



TESIS - 092307

**PENGEMBANGAN MODEL ANALISIS EKONOMI
DAN KEPUTUSAN PEMILIHAN SUPPLIER PADA
INVESTASI TEKNOLOGI AUTO-ID**

ANIS SITI NURROHKAYATI
2514206001

Prof. IWAN VANANY, ST., MT., PhD

PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN OPERATIONS AND SUPPLY CHAIN ENGINEERING
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016



TESIS - 092307

**DEVELOPMENT OF ECONOMIC ANALYSIS
AND SUPPLIER SELECTION DECISION
MODEL ON AUTO-ID TECHNOLOGY
INVESTMENT**

ANIS SITI NURROHKAYATI
2514206001

SUPERVISOR
Prof. IWAN VANANY, ST., MT., PhD

MASTER PROGRAM
OPERATIONS AND SUPPLY CHAIN ENGINEERING AREA
DEPARTMENT OF TECHNOLOGY INDUSTRY
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016

PENGEMBANGAN MODEL ANALISIS EKONOMI DAN KEPUTUSAN PEMILIHAN SUPPLIER PADA INVESTASI TEKNOLOGI AUTO-ID

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (MT)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

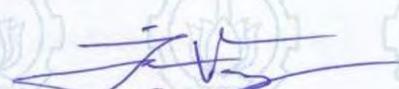
Oleh :

ANIS SITI NURROHKAYATI
NRP. 2514206001

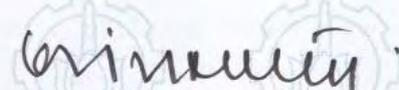
Tanggal Ujian : 23 Juni 2016
Periode Wisuda : September 2016

Disetujui oleh :

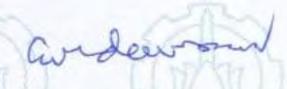
1. **Prof. Iwan Vanany, ST, MT, Ph.D**
NIP. 19710927 199903 1 002


(Pembimbing)

2. **Prof. Dr. Ir. Udisubakti Ciptomulyono, M. Eng. Sc**
NIP. 19590318 198701 1 001


(Penguji I)

3. **Erwin Widodo, ST., M. Eng, Dr. Eng**
NIP. 19740517 199903 1 002


(Penguji II)

Direktur Program Pascasarjana,


Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D.
NIP. 19601202 198701 1 001

PROGRAM
PASCASARIANA

PENGEMBANGAN MODEL ANALISIS EKONOMI DAN KEPUTUSAN PEMILIHAN *SUPPLIER* PADA INVESTASI TEKNOLOGI AUTO-ID

Nama : Anis Siti Nurrohkayati
NRP : 2514206001
Jurusan : Teknik Industri, FTI-ITS
Dosen Pembimbing : Prof. Iwan Vanany, ST., MT., PhD

ABSTRAK

Beberapa tahun terakhir teknologi Auto-ID merupakan salah satu sistem otomatis yang dapat diimplementasikan pada sistem pergudangan. Namun, tidak semua perusahaan manufaktur ataupun industri menerapkan sistem *automatic identification* tersebut. Terdapat beberapa perusahaan dengan sistem manajemen gudang yang masih dilakukan dengan sistem manual. Sistem manajemen gudang yang manual menyebabkan adanya *inventory shrinkage* dan *stock out*. *Inventory shrinkage* dan *stock out* mengakibatkan proses *maintenance* pabrik tidak dapat berjalan dengan lancar, sehingga perusahaan tidak dapat berproduksi secara maksimal. Untuk meminimumkan jumlah *inventory shrinkage* dan *stock out* yang ada, perlu adanya investasi teknologi Auto-ID pada sistem gudang. Penggunaan teknologi Auto-ID pada sistem pergudangan berpengaruh signifikan terhadap reduksi *human error*, reduksi kehilangan barang, akurasi jumlah persediaan, dan dapat menangani produk dengan jumlah yang besar, kecepatan penerimaan, dan meningkatkan proses pengiriman. Pada penelitian ini analisa *cost and benefit* dilakukan untuk menilai investasi teknologi Auto-ID. *Cost benefit analysis* mempertimbangkan reduksi biaya *inventory shrinkage*, tenaga kerja dan *stock out*, dan *increase productivity* dan *maintenance* pada sistem manajemen gudang *spare part*. Metode simulasi monte carlo digunakan untuk menentukan besar nilai NPV yang diharapkan pada investasi teknologi Auto-ID. Selain itu, evaluasi pemilihan *supplier* Auto-ID merupakan proses yang penting dalam suatu perusahaan. Evaluasi pengambilan keputusan pemilihan vendor Auto-ID didasarkan pada tiga kriteria dengan nilai bobot yang berbeda pada masing-masing kriteria. Situasi ini dapat disebut sebagai pengambilan keputusan multikriteria. Kriteria yang digunakan dalam model pengambilan keputusan yaitu performansi vendor, layanan setelah pemasangan, dan *property* sistem. Evaluasi pemilihan vendor Auto-ID dilakukan dengan menggunakan metode AHP.

Kata kunci: *Cost-benefit analysis, supplier decision making, RFID, barcode*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DEVELOPMENT OF ECONOMIC ANALYSIS AND SUPPLIER SELECTION DECISION MODEL ON AUTO-ID TECHNOLOGY INVESTMENT

Name : Anis Siti Nurrohkayati
NRP : 2514206001
Faculty : Industrial Engineering, FTI-ITS
Guidance Lecturer : Prof. Iwan Vanany, ST., MT., PhD

ABSTRACT

At the last few years, Auto-ID technology is one of the automated systems that can be implemented by the warehousing system. However, not all companies manufacturing or industrial are implementing the system of automatic identification. There are several companies with warehouse management systems are still use the manual system. Manual warehouse management systems usually cause inventory shrinkage and stock out. Inventory shrinkage and stock out make the maintenance process plant can not run smoothly, which cause the company can not optimize the production. To minimize the amount of inventory shrinkage and stock out, the investment of Auto-ID technology on the warehouse system is needed. The use of Auto-ID technology in warehousing systems give a significant effect on the reduction of human error, the reduction of loss of goods, the accuracy of inventory counts, and can handle the product in large quantities, the speed of acceptance, and improve the delivery process. In this study the cost and benefit analysis carried out to assess the Auto-ID technology investments. Cost benefit analysis is considering the cost of inventory shrinkage reduction, labor and stock out, and the increase of productivity and maintenance on spare parts warehouse management system. Monte carlo simulation method is used to determine the expected NPV value in Auto-ID technology investments. In addition, the evaluation for the selection of the Auto-ID provider is an important process in a company. Evaluation of decision making for selection of Auto-ID vendors based on three criteria with different values to each criterion. This situation can be called a multiple criteria decision making. The criteria used in decision-making model are vendor performance, service after installation, and system properties. Evaluation of Auto-ID vendor selection is done by using AHP.

Keywords : Cost-benefit analysis, Provider Decision Making, RFID, Barcode

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan penelitian dengan judul **Pengembangan Model Analisis Ekonomi dan Keputusan Pemilihan *Supplier* Pada Investasi Teknologi Auto-ID** tepat pada waktunya. Dimana penelitian ini secara umum bertujuan untuk memperoleh pengalaman belajar dan bagi penulis dapat juga menerapkan ilmu yang telah dipelajari.

Pada penelitian ini, penulis melakukan penelitian terhadap reduksi biaya *inventory shrinkage*, tenaga kerja dan *stock out*, serta *increase productivity* dan *maintenance* sebagai akibat dari investasi teknologi Auto-ID pada sistem gudang *sparepart* di PT Petrokimia Gresik. Laporan ini secara garis besar berisi tentang akibat atau manfaat dari penggunaan teknologi Auto-ID pada sistem gudang *sparepart* ROL yang dapat meningkatkan performansi dan profit perusahaan.

Penyelesaian penulisan laporan penelitian ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak dan pada kesempatan kali ini, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya terutama kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Misni dan Sumarsih, serta adik Muh. Ali atas doa dan dukungan yang selalu diberikan.
2. Prof. Iwan Vanany, S.T., M.T., Ph.D selaku dosen pembimbing utama yang telah membimbing, *support*, serta saran kepada penulis dalam proses penyelesaian tesis ini maupun lainnya.
3. Nurhadi Siswanto, S.T., M.Sc., Ph.D selaku Kepala Jurusan Teknik Industri ITS Surabaya.
4. Erwin Widodo, S.T., M. Eng, Dr. Eng selaku Kepala Program Studi S-2 Jurusan Teknk Industri ITS Surabaya.

5. Seluruh dosen pengajar atas ilmu yang diberikan selama penulis menjalani studi di Teknik Industri ITS, serta seluruh staf dan karyawan atas bantuan dan segalanya.
6. Bapak Catur Priyoatmojo, selaku Manajer departemen PPBJ PT Petrokimia Gresik.
7. Bapak Husnul Abady, ST, M.T., selaku staff muda departemen PPBJ, serta pembimbing lapangan saat pengambilan data,
8. Lulut Basuki, terima kasih atas doa dan dukungan yang telah diberikan,
9. Maulin, Dian, Nadia, dan Tiara teman satu kos dan seperjuangan selama belajar dan memberikan semangat kepada penulis.
10. Teman-teman lainnya baik dalam kelas ataupun lainnya, terima kasih.

Rasa terima kasih juga tidak lupa penulis sampaikan untuk semua pihak yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung. Penulis juga menyadari bahwa dalam penyusunan laporan penelitian ini tidak luput dari kekurangan maupun kesalahan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca sebagai langkah perbaikan di kemudian hari.

Surabaya, Juni 2016

Penulis,

Anis Siti Nurrohkayati

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iii
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Manfaat Penelitian.....	7
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	7
1.5.1 Batasan Penelitian	8
1.5.2 Asumsi Penelitian.....	8
1.6 Sistematika Penulisan.....	8
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 Teknologi Auto-ID.....	11
2.1.1 Teknologi <i>Barcode</i>	11
2.1.2 Teknologi RFID	12
2.1.3 Komparasi Perbedaan Teknologi <i>Barcode</i> Dan RFID	15
2.2 Metode Investasi Auto-ID	17
2.2.1 <i>Net Present Value</i> (NPV)	17
2.2.2 <i>Internal Rate Of Return</i> (IRR).....	19
2.2.3 <i>Profitability Index</i> (PI)	19
2.2.4 <i>Payback Period</i> (PP)	20
2.2.5 <i>Net Benefit Cost Ratio</i> (Net B/C)	21
2.2.6 <i>Gross Benefit Cost Ratio</i> (<i>Gross B/C</i>)	21
2.2.7 <i>Return On Investment</i> (ROI)	21

2.3	Model Investasi Auto-ID	22
2.4	<i>Fuzzy Rule Based System (FRBS)</i>	25
2.5	Simulasi Monte Carlo – NPV	26
2.6	Model Keputusan Investasi.....	28
2.7	Posisi Penelitian.....	33
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN.....	37
3.1	Studi Pustaka.....	39
3.2	Identifikasi Parameter Yang Mempengaruhi Analisa Ekonomi Dan Keputusan Investasi	39
3.3	Pengembangan Model.....	39
3.3.1	<i>Phase 1: Pengembangan Model Analisa Ekonomi</i>	39
3.3.2	<i>Phase 2: Pengembangan Model Keputusan Pemilihan Supplier Auto-ID</i>	41
3.4	Verifikasi dan Validasi Model.....	43
3.5	Pengumpulan dan Pengolahan Data.....	43
3.6	Analisa Sensitivitas.....	43
3.7	Analisis dan Pembahasan.....	44
3.8	Kesimpulan dan Saran	44
BAB 4	PENGEMBANGAN MODEL	45
4.1	Model Konseptual.....	45
4.1.1	Analisa Ekonomi Investasi Teknologi Auto-ID.....	45
4.1.2	Keputusan Pemilihan <i>supplier</i> Auto-ID.....	46
4.2	Deskripsi Model.....	46
4.2.1	Analisa Ekonomi Investasi Teknologi Auto-ID.....	46
4.2.2	Keputusan Pemilihan <i>Supplier</i> Auto-ID	48
4.3	Batasan dan Asumsi yang Digunakan dalam Pemodelan	49
4.3.1	Analisa Ekonomi Implementasi Teknologi Auto-ID	49
4.3.2	Keputusan Pemilihan <i>Supplier</i> Teknologi Auto-ID.....	50
4.4	Notasi Model.....	50
4.5	Komponen Biaya yang Digunakan dalam Pemodelan.....	52
4.5.1	<i>Inventory Shrinkage Cost</i>	52
4.5.2	Biaya Tenaga Kerja.....	52
4.5.3	<i>Stock out Cost</i>	53
4.5.4	Biaya Produksi.....	53
4.6	Pengembangan Model.....	54

4.6.1	Analisa Ekonomi Investasi Teknologi Auto-ID	54
4.6.2	Keputusan Pemilihan <i>Supplier</i> Teknologi Auto-ID	62
BAB 5 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....		67
5.1	Pengumpulan Data	67
5.1.1	Data PT Petrokimia Gresik.....	67
5.1.2	Data Biaya Investasi Auto-ID	68
5.1.3	<i>Benefit Data</i>	73
5.2	Validasi dan Verifikasi Model	75
5.3	Pengolahan Data.....	75
5.3.1	Total <i>Benefit</i> Investasi Auto-ID	75
5.2.2	Analisa Hasil Simulasi Monte Carlo Investasi Auto-ID	81
5.2.3	Analisa Sensitivitas	86
5.3	Keputusan Pemilihan <i>Supplier</i> RFID	89
5.3.1	Kriteria Evaluasi Pemilihan <i>Supplier</i> Auto-ID.....	89
5.3.2	Solusi Alternatif <i>Supplier</i> Auto-ID	90
5.3.3	Pengolahan Data.....	93
5.3.4	Analisa Sensitivitas	100
BAB 6 PENUTUP.....		111
6.1	Kesimpulan.....	111
6.2	Implikasi Manajerial	112
6.3	Saran.....	113
DAFTAR PUSTAKA		115
LAMPIRAN.....		119

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbedaan Antara <i>Passive</i> dan <i>Active RFID Tags</i> (White et al., 2007).....	14
Tabel 2.2	Tipe Frekuensi Teknologi RFID (Sweeney II, 2005).....	15
Tabel 2.3	Komparasi Perbedaan Teknologi <i>Barcode</i> dan RFID (Sweeney II, 2005)	16
Tabel 2.4	Kriteria Pemilihan ISP (Santoso, 2012)	30
Tabel 2.5	Kluster Kriteria Pemilihan Pemasok (Kurniawati et al., 2013).....	30
Tabel 2.6	Marik Perbandingan Berpasangan (Mora, 2009)	31
Tabel 2.7	Skala Penilaian Perbandingan Berpasangan (Mora, 2009)	31
Tabel 2.8	Skala Penilaian Perbandingan Berpasangan (Mora, 2009) (lanjutan)	32
Tabel 2.9	Posisi Penelitian	34
Tabel 4.1	Perbandingan Usulan Model Dengan Model Sebelumnya.....	55
Tabel 4.2	Kriteria dan Sub-kriteria	63
Tabel 5.1	Biaya Investasi Teknologi RFID.....	69
Tabel 5.2	Biaya Investasi Teknologi <i>Barcode</i>	69
Tabel 5.3	Biaya/unit	70
Tabel 5.4	Data PT Petrokimia Gresik	71
Tabel 5.5	Biaya Produksi	71
Tabel 5.6	Kuantum Produksi PT Petrokimia Gresik (dalam ton)	72
Tabel 5.7	<i>Cost Reduction Rates</i> Masing-Masing Parameter (RFID)	72
Tabel 5.8	<i>Cost Reduction Rates</i> Masing-Masing Parameter (<i>Barcode</i>).....	73
Tabel 5.9	<i>Increase Order</i>	73
Tabel 5.10	<i>Increase Production Cost/year</i>	74
Tabel 5.11	<i>Cost Reduction</i> (RFID).....	76
Tabel 5.12	<i>Cost Reduction</i> (<i>Barcode</i>)	77
Tabel 5.13	Hasil Perhitungan <i>Cost Benefit</i> Investasi Auto-ID	80
Tabel 5.14	Peningkatan Total <i>Benefit</i> , NPV, Dan IRR	87
Tabel 5.15	Kriteria dan Sub-Kriteria Pemilihan <i>Supplier</i> Auto-ID.....	90
Tabel 5.16	Solusi Alternatif <i>Supplier</i> Auto-ID Luar Negeri	91
Tabel 5.17	Solusi Alternatif <i>Supplier</i> Auto-ID Dalam Negeri.....	92
Tabel 5.18	Bobot Kriteria dan Sub-Kriteria	93
Tabel 5.21	Nilai CR Kriteria dan Sub-Kriteria	96
Tabel 5.23	Bobot Kriteria dan Sib-kriteria <i>Supplier</i> Dalam Negeri.....	98
Tabel 5.24	<i>Ranking</i> Sub-kriteria <i>Supplier</i> Dalam Negeri.....	98
Tabel 5.26	Nilai CR Kriteria dan Sub-kriteria	99

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	<i>Traditional 1D Barcode</i> (White et al., 2007)	11
Gambar 2.2	<i>2-D Barcode</i> (White et al., 2007)	12
Gambar 2.3	Komponen Utama Sistem RFID (Sweeney II, 2005)	13
Gambar 2.4	<i>RFID Benefit</i>	24
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> Penelitian	37
Gambar 5.1	Jenis Gudang PT Petrokimia Gresik (<i>Annual Report 2014</i>).....	67
Gambar 5.2	Hubungan Antara <i>Increase Order</i> dengan Reduksi Biaya Untuk Teknologi RFID	76
Gambar 5.3	Hubungan antara <i>Increase Order</i> dengan Reduksi Biaya Untuk Teknologi <i>Barcode</i>	77
Gambar 5.4	Hubungan Antara <i>Increase productivity</i> dan <i>Maintenance</i> dengan <i>Total Benefit</i>	79
Gambar 5.5	Hubungan antara <i>Increase productivity</i> dan <i>Maintenance</i> dengan NPV (Rp)	79
Gambar 5.6	Hubungan antara <i>Increase productivity</i> dan <i>Maintenance</i> dengan IRR (%).	80
Gambar 5.7	Hasil Perhitungan	82
Gambar 5.8	<i>Histogram of Total Cost Saving</i> (RFID)	83
Gambar 5.9	<i>Histogram of Total Benefit</i> (RFID)	83
Gambar 5.10	<i>Histogram of Total Cost Saving</i> (Barcode)	84
Gambar 5.11	<i>Histogram of Total Benefit</i> (Barcode).....	84
Gambar 5.12	<i>Histogram of NPV Monte Carlo Simulation</i> (RFID)	85
Gambar 5.13	<i>Histogram of NPV Monte Carlo Simulation</i> (Barcode).....	85
Gambar 5.14	Pengaruh <i>Discount Rate</i> Terhadap NPV (RFID)	88
Gambar 5.15	Pengaruh <i>Discount Rate</i> Terhadap NPV (Barcode)	89
Gambar 5.16	<i>Pairwise Comparison Matrix</i> Kriteria Performansi <i>Supplier</i>	95
Gambar 5.17	Bobot Solusi Alternatif <i>Supplier</i> Auto-ID.....	97
Gambar 5.18	<i>Pairwise Comparison Matrix</i> Kriteria Performansi <i>Supplier</i>	99
Gambar 5.19	Bobot Solusi alternatif <i>Supplier</i> Auto-ID Dalam Negeri	100
Gambar 5.20	Pengaruh Penurunan Bobot Kriteria Performansi Vendor Terhadap Urutan Prioritas <i>Supplier</i> Auto-ID	101
Gambar 5.21	Pengaruh Peningkatan Bobot Kriteria Properti Sistem Terhadap Urutan Prioritas <i>Supplier</i> Auto-ID	102
Gambar 5.22	Pengaruh Peningkatan Bobot Kriteria Layanan Setelah Pemasangan Terhadap Urutan Prioritas <i>Supplier</i> Auto-ID	103
Gambar 5.23	Pengaruh Penurunan Bobot Total Biaya Terhadap Urutan Prioritas <i>Supplier</i> RFID	104
Gambar 5.24	Pengaruh Penurunan Bobot Keprofesionalan Terhadap Urutan Prioritas <i>Supplier</i> RFID	104
Gambar 5.25	Pengaruh Peningkatan Bobot Kapabilitas Terhadap Urutan Prioritas <i>Supplier</i> Auto-ID.....	105

Gambar 5.26	Pengaruh Penurunan Bobot Kriteria Performansi Vendor Terhadap Urutan Prioritas <i>Supplier</i> Auto-ID.....	106
Gambar 5.27	Pengaruh Peningkatan Bobot Kriteria Properti Sistem Terhadap Urutan Prioritas <i>Supplier</i> Auto-ID.....	107
Gambar 5.28	Pengaruh Peningkatan Bobot Kriteria Layanan Setelah Pemasangan Terhadap Urutan Prioritas <i>Supplier</i> Auto-ID.....	108
Gambar 5.29	Pengaruh Penurunan Bobot Keprofesionalan Terhadap Urutan Prioritas <i>Supplier</i> Auto-ID	109
Gambar 5.30	Pengaruh Penurunan Bobot Total Biaya Terhadap Urutan Prioritas <i>Supplier</i> Auto-ID	109
Gambar 5.31	Pengaruh Peningkatan Bobot Kinerja Masa Lalu Terhadap Urutan Prioritas <i>Supplier</i> Auto-ID.....	110

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 1

PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas latar belakang, tujuan, manfaat, identifikasi masalah, asumsi, dan sistematika penulisan yang digunakan pada penelitian ini.

1.1 Latar Belakang

Beberapa tahun terakhir teknologi Auto-ID (*automatic identification*), merupakan teknologi yang populer pada perusahaan manufaktur atau industri khususnya pada sistem pergudangan, pembelian, ataupun sistem pengiriman barang. Teknologi Auto-ID menyediakan informasi mengenai data manusia, binatang, dan produk. Terdapat beberapa jenis teknologi Auto-ID. Teknologi *barcode* dan RFID merupakan dua jenis Auto-ID yang sering digunakan dalam industri manufaktur ataupun jasa. *Barcode* merupakan teknologi yang sering digunakan sebagai teknologi identifikasi pada beberapa perusahaan manufaktur ataupun jasa. Teknologi *barcode* merupakan teknologi yang lebih murah, namun *barcode* hanya dapat digunakan pada masalah yang sederhana dan tidak bisa di program ulang (Finkenzeller, 2010). RFID sering disebut sebagai *smart card*. Sistem teknologi RFID memberikan informasi melalui gelombang radio. Pada saat ini banyak perusahaan manufaktur yang sudah mengimplementasikan teknologi RFID. Teknologi RFID banyak digunakan pada sektor industri *mobile phone* dan *cordless telephone* (Finkenzeller, 2010). Selain itu, walaupun teknologi RFID merupakan teknologi yang baru, namun banyak perusahaan yang menyadari potensi RFID untuk menangani kompleksitas secara global dan dapat menyeimbangkan antara biaya dan performansi pada rantai pasok (Ramanathan, Ramanathan, & Ko, 2014).

Teknologi RFID telah diidentifikasi sebagai salah satu dari 10 teknologi terbaik dalam 21 tahun terakhir (Chuu, 2014). Pada tahun 1999 Wal-Mart melakukan implementasi RFID untuk menggantikan sistem *barcode* yang telah ada (Sweeney II, 2005). Wal-Mart menggunakan RFID untuk melacak

persediaan. Selain itu, RFID juga digunakan untuk memperoleh informasi tentang lokasi, isi, letak, dan kondisi dari barang atau produk. Seperti retail lainnya, Wal-Mart menggunakan sistem *EPC codes* pada supplier mereka. Dengan menggunakan *EPC codes* masing-masing *supplier* Wal-Mart dapat mengidentifikasi apakah produk baru sudah sampai pada gudang, pusat distribusi, atau toko dengan menggunakan *RFID tags*. Dengan teknologi RFID Wal-Mart dapat melacak apapun dan dimanapun.

Implementasi teknologi RFID lainnya yaitu pada perusahaan FedEx . FedEx dapat mengumpulkan dan membaca paket lebih dari satu secara bersamaan (Sweeney II, 2005). Beberapa pusat pelayanan masyarakat seperti rumah sakit juga telah mengimplementasikan teknologi Auto-ID. Dengan tujuan untuk mengurangi biaya dan meningkatkan keselamatan pasien dan pelayanan, beberapa pusat pelayanan kesehatan menerapkan sistem RFID untuk melacak data pasien, obat, kasur, darah, dan riwayat kesehatan (Ustundag, Kılınç, & Cevikcan, 2010). Teknologi RFID juga banyak diterapkan pada perusahaan manufaktur, khususnya pada *supply chain*. Implementasi RFID berkembang dengan sangat cepat sejak beberapa perusahaan berhasil dengan implementasi RFID pada aktivitas logistik. Sebagai contoh, perusahaan Dell, *Proctor and Gamble* mengadopsi teknologi RFID pada sistem *supply chain* (Ramanathan et al., 2014). Teknologi RFID tidak hanya dapat melacak kegiatan yang ada di lingkungan internal perusahaan, namun juga dapat digunakan untuk melacak perpindahan barang, *container*, kendaraan angkut, dan aset lainnya pada area geografis.

Teknologi RFID digunakan pada salah satu perusahaan retail di U.S untuk meningkatkan tingkat akurasi persediaan dan koleksi data pada sistem pergudangan (Srivastava, 2004). Dengan bantuan teknologi RFID pada sistem operasi *warehouse*, maka dapat mengurangi hilangnya persediaan akibat pencurian ataupun kesalahan penempatan barang. Sheffi (2004) dalam (Lefebvre, Bendavid, Wamba, & Boeck, 2015) mengatakan implementasi RFID dalam sistem pergudangan merupakan kunci strategis dalam industri yang memiliki margin rendah untuk sedapat mungkin meminimumkan biaya simpan. Dengan implementasi RFID perusahaan dapat meningkatkan performansi manajemen pergudangan, karena RFID dapat meminimumkan kehilangan *stock* akibat

pencurian ataupun kerusakan. Sebagai contoh, dengan RFID perusahaan di US dapat menurunkan biaya kehilangan sampai \$31 milyar dan dapat mencegah terjadinya stock-out (lost sales dan ketidakpuasan pelanggan) (Lefebvre et al., 2015). Penggunaan teknologi Auto-ID pada sistem pergudangan berpengaruh signifikan terhadap reduksi *human error*, *semi-automated information handling*, dan dapat menangani produk dengan jumlah yang besar, kecepatan penerimaan, dan meningkatkan proses pengiriman.

Beberapa penelitian hanya fokus pada gambaran RFID secara umum atau aplikasi RFID pada industri *fashion*, jasa, retail, manufaktur, kesehatan, dan otomotif (Ramanathan et al., 2014). Hal ini dikarenakan, teknologi RFID dapat meminimumkan *inventory error* atau *inventory inaccuracy* pada perusahaan retail (Srivastava, 2004). Kendala seperti ketidakakuratan pada sistem operasi pergudangan yang sering ada dapat diminimasi dengan mengimplementasikan teknologi informasi yang tepat. Meskipun biaya implementasi atau investasi teknologi informasi tersebut terbilang cukup mahal, namun dengan teknologi informasi tersebut perusahaan dapat mereduksi kerugian dan meningkatkan *profit* ataupun performansi perusahaan. Perusahaan dapat melakukan investasi teknologi informasi Auto-ID (RFID dan/ *barcode*) pada sistem operasi perusahaan. Investasi pada teknologi Auto-ID diharapkan dapat menurunkan biaya operasi manajemen dan juga memberikan kontribusi yang baik pada proses bisnis (Becker, Vilkov, Weiß, & Winkelmann, 2010). Namun, beberapa penelitian juga mengatakan bahwa teknologi RFID tidak banyak memberikan keuntungan walaupun dengan perencanaan yang baik (Becker et al., 2010).

Ustundag (2010) melakukan analisa ekonomi meningkatkan keuntungan dari penggunaan Auto-ID pada perusahaan. Peningkatan keuntungan yang merupakan jumlah reduksi *labor cost*, *inventory cost*, *shrinkage cost*, dan *revenue increase*. Namun, dalam penelitian yang dilakukan oleh Ustundag (2010) belum dilakukan perhitungan untuk mereduksi *stock out cost*. Biaya *stock out* merupakan salah satu biaya pada sistem pergudangan yang dapat mempengaruhi proses produksi pada perusahaan. Biaya-biaya yang termasuk dalam biaya *stock out* adalah biaya *backorder*, biaya kehilangan kesempatan penjualan, dan biaya kehilangan keuntungan. Akibat dari *stock out* adalah *lost sales* dan terjadi ketidakpuasan

pelanggan, dikarenakan pelanggan tidak dapat mendapatkan barang yang dibutuhkan. Dengan bantuan dari teknologi RFID, perusahaan dapat selalu memantau jumlah *stock* yang tersedia di gudang. Teknologi RFID dapat memberikan peringatan saat jumlah *stock* tersedia di gudang berada pada titik minimum. Srivastava (2014) mengatakan bahwa dengan mereduksi *stock out* dapat meningkatkan keuntungan perusahaan dan kepuasan pelanggan. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan pengembangan model untuk mendapatkan peningkatan keuntungan perusahaan dengan memperhatikan reduksi *stock out cost*.

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan oleh Ustundag (2010), merekomendasikan untuk melakukan pengambilan keputusan untuk mengevaluasi investasi RFID. Pada penelitian yang dilakukan oleh Ustundag (2010) belum memberikan solusi pemilihan *supplier* RFID terbaik yang sesuai dengan kondisi perusahaan. Pemilihan *supplier* atau *supplier* merupakan salah satu faktor kesuksesan bagi perusahaan manufaktur. Menurut Ghoddsypur dalam (Kurniawati, Yuliando, & Widodo, 2013) pemilihan pemasok merupakan masalah pengambilan keputusan yang penting demi kelancaran proses bisnis atau industri dan daya saing perusahaan. Berdasarkan pada Cebi strategi dan faktor operasional seperti faktor *tangible* dan *intangible* harus diperhatikan dalam analisis keputusan pemilihan pemasok. Sedangkan, Amid dalam (Kurniawati et al., 2013) mengatakan bahwa pemilihan pemasok yang harus meliputi faktor kualitas dan kuantitas.

Kerumitan masalah keputusan tidak hanya dikarenakan oleh faktor ketidaksempurnaan atau ketidakpastian informasi saja, namun banyaknya faktor yang berpengaruh terhadap pilihan-pilihan yang ada, dengan beragamnya kriteria pemilihan yang berada dalam situasi yang bertentangan merupakan faktor lain yang dapat menyebabkan kerumitan pengambilan suatu keputusan. Dengan banyaknya alternatif dalam situasi yang bertentangan, metode pengambilan keputusan multikriteria (*Multiple Criteria Decision Making*) dapat digunakan untuk mendapatkan solusi yang optimal (Ciptomulyono, 2010). Metode *analytical hierarchy process* (AHP) merupakan metode yang paling sering digunakan untuk menyelesaikan masalah multikriteria.

Metode AHP pertama kali dikenalkan oleh Thomas L.Saaty pada tahun 1971, pengembangan metode AHP didasarkan pada kemampuan *judgement* manusia untuk mengkonstruksi persepsi secara hirarkis dari sebuah persoalan keputusan multikriteria (Mora, 2009). Pendekatan hirarkis dikembangkan berdasarkan pada teori pengukuran preferensi dengan melakukan *pairwise comparison* untuk semua yang kriteria keputusan yang bersifat kuantitatif dan kualitatif (Ciptomulyono, 2010). Tujuan dari penggunaan AHP adalah untuk menetapkan bobot kepentingan relative masing-masing kriteria, kemudian kriteria ini digunakan sebagai dasar acuan untuk evaluasi penetapan relative pada alternatif keputusan.

Beberapa kriteria seperti pengiriman, kinerja masa lalu, garansi harga, kemampuan teknik, dan kondisi finansial merupakan kriteria yang dapat mempengaruhi dalam strategi pemilihan pemasok. Pemilihan pemasok merupakan pengambilan keputusan yang melibatkan multiperson. Pendapat para ahli yang mempunyai pengalaman dan cara pandang, dan tanggung jawab sebagai pengambil keputusan merupakan input yang dapat digunakan (Kurniawati et al., 2013).

Pada penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisa ekonomi investasi Auto-ID pada sistem gudang *spare part* ROL dan keputusan pemilihan *supplier* RFID terbaik yang sesuai dengan kondisi perusahaan. Investasi teknologi Auto-ID pada sistem gudang *spare part* diharapkan dapat membantu staf gudang dalam proses manajemen gudang. Selama ini sistem manajemen gudang masih menggunakan sistem manual. Sistem manual menyebabkan adanya jumlah *inventory shrinkage* dan *stock out spare part*. *Spare part* yang berada di gudang melebihi batas waktu pemakaian dikategorikan sebagai *inventory shrinkage*. Adanya jumlah *inventory shrinkage* dan *stock out* mengakibatkan *equipment breakdown* dan proses *maintenance* tidak berjalan dengan lancar. Sehingga, tingkat produksi tidak dapat mencapai kuantum produksi yang telah di targetkan dan perusahaan tidak mendapatkan profit maksimal.

Analisa ekonomi yang dilakukan adalah analisa *cost benefit* terhadap investasi Auto-ID pada sistem gudang *spare part* ROL. Total *benefit* merupakan jumlah dari reduksi biaya *stock out*, biaya *inventory shrinkage*, biaya tenaga kerja

pada sistem manajemen *spare part* ROL. Selain itu, diharapkan dengan mereduksi jumlah *stock out spare part* ROL dan lama waktu *maintenance* dapat meningkatkan jumlah produksi, sehingga dapat meningkatkan total *profit* perusahaan pula. Dengan melakukan investasi Auto-ID diharapkan perusahaan dapat mereduksi biaya yang ada pada sistem pergudangan dan juga dapat meningkatkan jumlah produksi yang akan berpengaruh terhadap peningkatan total *profit* atau keuntungan perusahaan.

Kesalahan informasi terhadap jumlah *spare part* yang tersedia sering menjadi salah satu penyebab *end user* tidak dapat melakukan proses *maintenance* tepat waktu. Data jumlah *spare part* di *end user* dengan jumlah sebenarnya yang berada di gudang sering tidak sama. Saat data *spare part* di *end user* tersedia, namun saat dilakukan permintaan *spare part* yang di butuhkan tidak tersedia di gudang. Hal ini dikarenakan, peramalan permintaan yang tidak pasti. Permintaan yang tiba-tiba dalam jumlah besar menyebabkan gudang kekurangan *stock* persediaan *spare part*, sehingga saat *spare part* yang dibutuhkan tidak tersedia, *end user* harus menunggu untuk dapat melakukan proses perbaikan atau *maintenance*. Oleh karena itu, pada penelitian ini metode *fuzzy rules based system* digunakan untuk menghitung nilai persentase *increase order* untuk *spare part* dan peningkatan produktivitas untuk total *profit* dari integrasi teknologi Auto-ID. Dan nilai NPV dan IRR digunakan untuk menilai investasi selama 5 tahun kedepan.

Selanjutnya, setelah dilakukan analisa ekonomi investasi Auto-ID, dilakukan pemilihan *supplier* Auto-ID. Keputusan pemilihan *supplier* Auto-ID bertujuan untuk membantu *manager* perusahaan dalam memilih *supplier* Auto-ID terbaik yang sesuai dengan kondisi perusahaan. Metode AHP digunakan untuk mengambil keputusan terhadap *supplier* Auto-ID terbaik yang akan dipilih.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dilakukan dari beberapa *literature*, didapatkan perumusan masalah sebagai berikut:

1. Membuat model analisa ekonomi terhadap investasi Auto-ID yang berpengaruh terhadap reduksi biaya pada sistem operasi gudang *spare part* ROL dengan memperhatikan reduksi biaya *inventory shrinkage*, tenaga kerja

dan *stock out*, dan juga peningkatan *profit* dari peningkatan produktivitas, dan

2. Bagaimana model pengambilan keputusan untuk memilih Auto-ID *supplier* terbaik yang sesuai dengan kondisi perusahaan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian mengenai peningkatan *profit* dan reduksi biaya pada sistem *warehouse* adalah sebagai berikut:

1. Membuat model analisa ekonomi terhadap investasi Auto-ID yang berpengaruh terhadap reduksi biaya *inventory shrinkage*, tenaga kerja dan *stock out*, dan juga total *profit* akibat peningkatan produktivitas,
2. Melakukan analisa ekonomi terhadap investasi teknologi Auto-ID pada sistem gudang *spare part* ROL,
3. Membuat model keputusan pemilihan Auto-ID *supplier* yang dapat meningkatkan *profit* perusahaan, dan
4. Menganalisa keputusan yang dipilih untuk memilih Auto-ID *supplier* terbaik yang sesuai dengan kondisi perusahaan.

1.4 Manfaat Penelitian

Investasi teknologi Auto-ID pada sistem gudang *spare part* diharapkan mampu memberikan *profit* yang maksimal. Pada penelitian ini dikembangkan model analisa ekonomi untuk melihat keuntungan nilai investasi teknologi Auto-ID dan model yang dapat membantu manajemen pergudangan dalam memilih alternatif teknologi informasi yang dapat digunakan oleh perusahaan. Pemilihan alternatif investasi dilakukan berdasarkan analisa biaya dan manfaat yang dapat meningkatkan *profit* dan performansi sistem operasi gudang *spare part* ROL. Dan juga, membantu *manager* perusahaan dalam mengambil keputusan dalam menentukan *supplier* Auto-ID terbaik yang tepat bagi perusahaan.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian akan mendefinisikan batasan masalah dan asumsi pada penelitian ini. Batasan masalah dan asumsi adalah sebagai berikut:

1.5.1 Batasan Penelitian

Batasan-batasan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menghitung nilai investasi selama 5 tahun kedepan,
2. Memilih dua jenis alternatif teknologi informasi Auto-ID yaitu *barcode* dan RFID, dan
3. Keputusan investasi teknologi Auto-ID dilakukan pada sistem operasi gudang *spare part* ROL,
4. Satuan semua parameter yang digunakan adalah dalam tahun,
5. Data yang digunakan adalah data produk pupuk dan non-pupuk,
6. Semua parameter biaya yang digunakan untuk produk pupuk dan non-pupuk adalah sama,
7. Pengumpulan data berdasarkan data tahun 2014 dikarenakan perusahaan baru berganti sistem dari ERP ke SAP, sehingga belum memiliki annual report untuk tahun 2015, dan
8. Jumlah permintaan *spare part* ROL dan jumlah produksi dihitung berdasarkan distribusi normal data tahun 2014.

1.5.2 Asumsi Penelitian

Asumsi yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Biaya *tag* yang dikeluarkan setiap tahun adalah konstan, dan
2. Jumlah *spare part* ROL yang diberi *tag* adalah konstan untuk setiap tahunnya,

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada penelitian ini dibagi dalam beberapa bab adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi latar belakang masalah yang menjelaskan alasan dilakukannya penelitian mengenai pengembangan model analisa ekonomi dan keputusan terhadap investasi teknologi Auto-ID,

perumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian yang mencakup batasan dan asumsi selama dilakukan penelitian, serta manfaat dilakukannya penelitian ini.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka ini didapatkan dari beberapa sumber terdaftar, seperti science direct, Emerald, Google scholar, dan paper pendukung lainnya. Bab ini akan membahas mengenai teknologi Auto-ID, *barcode*, RFID, aplikasi teknologi Auto-ID, model investasi dan keputusan teknologi Auto-ID, dan juga akan membahas mengenai penelitian terkait sebelumnya yang digunakan sebagai acuan pada pemilihan topik penelitian dan posisi penelitian yang dilakukan.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada metodologi penelitian ini menjabarkan mengenai uraian dari langkah pengerjaan penelitian berdasarkan pada diagram alir penelitian.

BAB 4 PENGEMBANGAN MODEL

Pada bab ini menjelaskan mengenai deskripsi serta pemodelan yang akan digunakan pada penelitian. Pengembangan model yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Membuat model perhitungan reduksi *inventory shrinkage*, tenaga kerja, dan *stock out* pada sistem pergudangan yang akan meningkatkan *profit* perusahaan dengan menghitung *increase order* menggunakan metode FRBS dan kenaikan nilai investasi menggunakan NPV dan IRR.
2. Membuat model keputusan pemilihan Auto-ID *supplier* yang tepat dan sesuai dengan kriteria perusahaan, sehingga dapat meningkatkan performansi dan *profit* perusahaan.

BAB 5 PERCOBAAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan menjelaskan mengenai percobaan usulan model matematis yang telah. Pada bab ini pula akan membahas mengenai keputusan investasi teknologi Auto-ID yang tepat bagi perusahaan.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini menjelaskan mengenai kesimpulan yang didapatkan dari hasil pembahasan dan analisa yang telah dilakukan serta memberikan saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teknologi Auto-ID

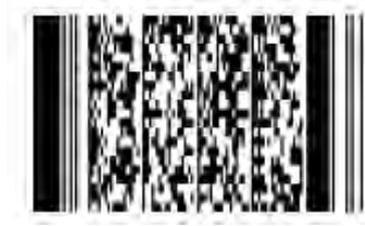
Teknologi Auto-ID memiliki peranan penting dalam proses informasi pada perusahaan jasa ataupun manufaktur. Terdapat beberapa jenis Auto-ID yang sering digunakan, antara lain *optical character recognition (OCR)*, *barcode system*, *fingerprint procedure*, *voice identification*, RFID dan *smart card*. Pada penelitian ini membahas mengenai teknologi *barcode* dan RFID, sebagai berikut.

2.1.1 Teknologi Barcode

Barcode atau dengan kata lain adalah kode batang atau kode biner adalah teknologi mengumpulkan data dari lebar dan spasi garis paralel (Finkenzeller, 2010). *Barcode* merupakan teknologi yang sering digunakan untuk mengidentifikasi item di banyak industri (Timpe, 2005). Pada tahun 1976 *barcode* secara khusus di desain untuk memenuhi permintaan pada industri grosir dengan menggunakan *EAN code (European Article Number)* dan dibuat sebanyak 13 digit. *EAN code* merupakan pengembangan dari *UPC (Universal Product Code)*, yang telah di perkenalkan di USA pada awal 1973 (Finkenzeller, 2010). Pada sistem manajemen pergudangan penggunaan *barcode* sangat berperan penting (Liu, 2006). Namun, terdapat beberapa kekurangan dari teknologi *barcode*, seperti *barcode* hanya dapat mengidentifikasi item pada jarak yang sangat pendek atau dekat. Dalam perkembangannya, sistem *barcode 2-dimensi* diperkenalkan guna mengidentifikasi lebih banyak data daripada metode tradisional (White, Gardiner, Prabhakar, & Abd Razak, 2007). *Barcode 1D* dan *2D* di berikan pada Gambar 2.1 dan 2.2 sebagai berikut (White et al., 2007):



Gambar 2.1 *Traditional 1D Barcode* (White et al., 2007)



Gambar 2.2 2-D Barcode (White et al., 2007)

Pengguna telepon genggam di Jepang dapat melakukan *scanning* pada iklan di majalah yang mencantumkan sistem *barcode* 2D (White et al., 2007).

2.1.2 Teknologi RFID

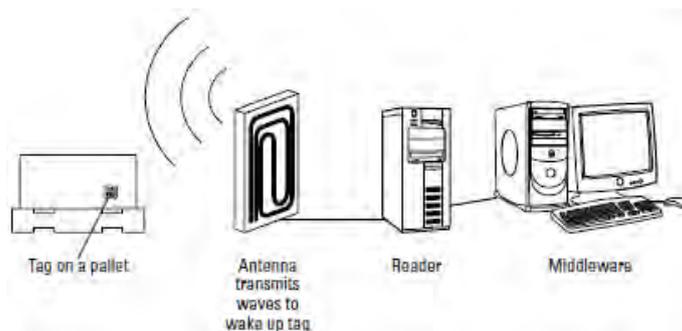
Radio frequency identification (RFID) adalah teknik pemberian label dan identifikasi objek dengan menggunakan gelombang radio (Srivastava, 2004). Teknologi RFID diyakini sebagai teknologi revolusi *barcode*, RFID secara otomatis dapat membaca, mengambil, dan mengidentifikasi suatu objek (Srivastava, 2004). Berdasarkan pada De Kok, et al, dalam (Becker et al., 2010) meyakini bahwa RFID merupakan teknologi yang menggantikan *barcode* pada supply chain yang mengizinkan perusahaan manufaktur dan retailer untuk mengidentifikasi produk, jumlah, dan lokasi tanpa membutuhkan waktu yang lama dan juga dapat meningkatkan proses bisnis. RFID adalah teknologi *wireless Automatic Identification and Data Capture* (AIDC) (Becker et al., 2010). Sistem RFID selalu dihubungkan pada sistem aplikasi perusahaan untuk memproses data pada aktivitas bisnis (Ramanathan et al., 2014).

Radio frequency identification (RFID) dikembangkan pertamakali oleh tim militer untuk membedakan antara teman dan musuh (Roy & Ve, 2009). Berdasarkan pada (Roy & Ve, 2009) terdapat beberapa tantangan dalam hal mengimplementasikan teknologi RFID yaitu (1) belum ada kepastian dari standar teknis, (2) belum terjawabnya keuntungan berinvestasi, dan (3) terdapat kekurangan pada adopsi di industri. Namun, RFID juga akan memberikan keuntungan untuk proses bisnis, RFID secara efisien dapat melakukan tracking

terhadap sistem *supply chain* dan juga menyediakan *real-time-in-transit visibility* (ITV), dan dapat memonitor item atau aset secara keseluruhan (Sweeney II, 2005). Teknologi RFID terdiri dari *tags* dan *reader*. Komponen utama pada sistem RFID adalah sebagai berikut (Sweeney II, 2005):

1. *Tag*, merupakan integrasi program informasi yang secara unik dapat diidentifikasi yang disebut dengan ,
2. *Reader*, digunakan sebagai *radio communication* yang dihubungkan dengan *antenna* dan *pass tag information*,
3. *Antenna*, digunakan sebagai alat komunikasi *reader* ke *transponders*, *antenna* menerima dan mengirim gelombang radio,
4. *A reader interface layer, or middleware*, mengintegrasikan *software Auto-ID* dengan *enterprise system* yang sudah ada di perusahaan.

Komponen utama pada sistem RFID ditunjukkan pada Gambar 2.3 sebagai berikut:



Gambar 2.3 Komponen Utama Sistem RFID (Sweeney II, 2005)

Beberapa jurnal mengatakan bahwa hanya terdapat 2 jenis RFID *tags* yaitu *passive* dan *active tag*. Namun, berdasarkan pada (Jechlitschek, 2013) saat ini terdapat tiga jenis RFID *tags*, yaitu *passive tag*, *semi-passive tag*, dan *active tag*. Perbedaan antara *passive* dan *active tags* diberikan pada Tabel 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2.1 Perbedaan Antara *Passive* dan *Active* RFID Tags (White et al., 2007)

<i>Passive tags</i>	<i>Active tags</i>
<i>Do not require a power source to operate</i>	<i>Powered by an internal battery with a finite lifespan</i>
<i>Short range</i>	<i>Long range</i>
<i>Sensitive to interference</i>	<i>Less sensitive to interference</i>
<i>Low data transmission rates</i>	<i>High data transmission rates</i>
<i>Can read few tags at once</i>	<i>Can read many tags at once</i>
<i>Reader needs to be aimed at the tag</i>	<i>Tags can be read without precise aiming</i>

Berdasarkan pada (Sweeney II, 2005) terdapat beberapa biaya yang harus disiapkan saat melakukan investasi teknologi RFID, yaitu biaya pembelian, biaya pemasangan dan biaya perawatan. Estimasi biaya atau harga untuk *passive tag* yaitu antara 0.5 EUR dan harga untuk *active tag* antara 5 EUR sampai ratusan (OECD, 2008). Terdapat tiga jenis biaya dasar pada implementasi RFID (Baysan & Ustundag, 2013) yaitu:

1. *Hardware cost*

Biaya perangkat keras (*hardware cost*) berupa *tag cost* dan *reader cost*. *Hardware cost* merupakan biaya utama yang dipertimbangkan saat akan melakukan investasi teknologi RFID. Hal ini dikarenakan biaya pembelian dari *hardware cost* sangat mahal, sehingga perusahaan harus membandingkan dengan *benefit* yang akan didapatkan. Berdasarkan (Poon et al., 2009) biaya atau harga *active tag* lebih tinggi dibandingkan dengan *passive tag*. Harga *reader* untuk *active* yaitu antara USD\$2000 dan USD\$3000 dan *tag* antara USD\$20 sampai USD\$30. Sedangkan, harga *reader* untuk *passive* yaitu antara USD\$1000 dan USD\$2500 dan *tag* antara USD\$0.07 sampai USD\$1.00.

2. *Middleware cost*

Leaver (2004) dalam (Baysan & Ustundag, 2013) mengatakan bahwa RFID *middleware* dapat menghubungkan antara *enterprise resource planning platform* dengan RFID hardware. Mengkoneksikan *software*, hardware, dan proses *tag data*. *Middleware* juga merupakan alat yang dapat digunakan untuk agregasi data, routing, data filter, dan memberi keamanan pada konektivitas

reader. Biaya atau harga dari *middleware* tergantung pada kompleksitas dari aplikasi, banyaknya data, dan kelengkapan sistem yang dibutuhkan.

3. *Service cost*

Jenis biaya yang termasuk dalam *service cost* yaitu biaya desain sistem atau pemasangan, *customization*, dan biaya konfigurasi. Selain itu, biaya *training* pekerja, biaya perawatan, dan biaya proses pembaharuan sistem juga termasuk dalam biaya servis.

Teknologi RFID memiliki beberapa jenis tipe frekuensi, yaitu LF (*low frequency*), HF (*high frequency*), dan UHF (*ultrahigh frequency*). Berdasarkan pada (Sweeney II, 2005) perbedaan jarak baca masing-masing tipe frekuensi teknologi RFID adalah sebagai berikut:

Tabel 2.2 Tipe Frekuensi Teknologi RFID (Sweeney II, 2005)

Tipe	Read distance	Applications
LF (<i>low frequency</i>)	Hanya dapat membaca dalam jarak dekat, hanya untuk kontak aktual.	Kontrol akses dan teknologi pembayaran. Tidak dapat digunakan untuk <i>tagging</i> .
HF (<i>high frequency</i>)	Dapat membaca hingga beberapa inch jarak dengan perencanaan yang baik	Digunakan pada beberapa sistem yang umum, seperti pharmaceutical dan warehouse. Bekerja dengan baik pada item yang berjenis liquid.
UHF (<i>ultrahigh frequency</i>)	Mampu membaca dalam jarak yang cukup jauh dengan sempurna (30 – 40 feet). UHF merupakan frekuensi favorit dalam dunia teknologi RFID.	Supply chain, asset management, dan access control untuk beberapa vehicle. UHF memiliki kemampuan pada item liquid dan metal karena frekuensi yang mudah digambarkan dan diikat.

2.1.3 Komparasi Perbedaan Teknologi *Barcode* Dan RFID

Teknologi *barcode* dan RFID memiliki perbedaan baik pada sisi kelemahan ataupun kekuatan pada masing-masing teknologi. Beberapa literature mengatakan bahwa teknologi RFID memiliki lebih banyak keuntungan jika diimplemetasikan pada proses operasi perusahaan. Berdasarkan pada (Sweeney II, 2005) perbedaan antara teknologi tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 2.3 Komparasi Perbedaan Teknologi *Barcode* dan RFID (Sweeney II, 2005)

	<i>Barcode</i>	<i>Passive RFID</i>	<i>Active RFID</i>
<i>Modification of data</i>	<i>Unmodifiable</i>	<i>Modifiable</i>	<i>Modifiable</i>
<i>Security of data</i>	<i>Minimal security</i>	<i>Ranges from minimal to highly secure</i>	<i>Highly secure</i>
<i>Amount of data</i>	<i>Linear bar codes can hold 8 – 30 characters, other 2-D bar codes hold up to 7200 numbers</i>	<i>Up to 64 KB</i>	<i>Up to 8 MB</i>
<i>Costs</i>	<i>Low (pennies or fraction of a penny per item)</i>	<i>Medium (less than 25 cents per item)</i>	<i>Very high (\$10 - \$100 per tag)</i>
<i>Standards</i>	<i>Stabel and agreed</i>	<i>Evoving to an agreed standard</i>	<i>Proprietary and evolving open standards</i>
<i>Life span</i>	<i>Short unless laser-etched into metal)</i>	<i>Indefinite</i>	<i>3 – 5 years battery life</i>
<i>Reading distance</i>	<i>Line of sight (3 – 5 feet)</i>	<i>No contact or line of sight required, distance up to 50 feet</i>	<i>No contact or line of sight, distance up to 100 meters and beyond</i>
<i>Potential interference</i>	<i>Optical barriers such as dirt or objects placed between tag and reader</i>	<i>Environments or fields that affect transmission of radio frequency</i>	<i>Limited barriers since the broadcast signal from the tag is strong</i>

Kekurangan pada sistem *barcode* adalah *barcode* hanya dapat membaca satu objek. Dikarenakan terbatasnya jumlah data yang dapat disimpan oleh sistem

barcode, sehingga teknologi *barcode* tidak memiliki kode unik, data tanggal kedaluarsa, atau detail informasi lainnya. Kekurangan lainnya adalah sistem *barcode* tidak dapat membaca atau melacak item pada saat kode bar tertutup, basah, kotor, berada didalam container, atau saat item dalam kemasan atau kardus.

Kelebihan utama teknologi RFID adalah pembacaan data dapat dilakukan tanpa harus berdekatan (Roy & Ve, 2009). Selain itu, sistem RFID dapat dihubungkan dengan sistem keamanan pada perusahaan. Sebagai contoh, pada perusahaan retail sistem RFID dapat mencegah hilangnya barang akibat pencurian. RFID *tag* dapat melacak barang mulai saat berada pada rak, kemudian proses pembayaran sampai barang keluar dari toko. Jika terjadi pencurian atau pengambilan barang tanpa pembayaran, sistem RFID akan memberikan peringatan. Hal ini dikarenakan terdapat kode unik pada masing-masing item yang terdaftar, sehingga pengambilan atau pencurian produk akan sangat susah atau tidak mungkin dilakukan.

2.2 Metode Investasi Auto-ID

Investasi adalah penanaman modal baik modal tetap maupun modal tidak tetap guna memperoleh keuntungan pada proses produksi perusahaan (Afandi, 2007). Berdasarkan pada Halim (2005) dalam (Afandi, 2007) investasi adalah penempatan sejumlah dana saat ini untuk mendapatkan keuntungan pada masa mendatang. Demodaran (1997) mengatakan investasi bertujuan untuk mendapatkan kebijakan alokasi sumber dana secara optimal, modal kerja, dan untuk strategi perusahaan yang lebih luas. Dalam rencana investasi, perusahaan harus mengetahui *profit* yang akan didapatkan dengan melakukan investasi tersebut. Terdapat beberapa metode konvensional yang dapat digunakan untuk mengukur *profitabilitas* rencana investasi. Berikut dijabarkan metode konvensional investasi.

2.2.1 Net Present Value (NPV)

Net present value (NPV) merupakan metode analisa keuangan yang memperhatikan nilai uang (Afandi, 2007). Berdasarkan pada (Dachyar, 2012) NPV merupakan nilai sekarang dari cash flows dimasa mendatang, diberikan nilai

diskon yang sesuai pada saat ini. Metode NPV menghitung nilai *cash flows* dan *time value of money*. Aturan pengambilan keputusan pada metode NPV, adalah sebagai berikut (Candra, 2011):

1. $NPV > 0$, maka usulan investasi diterima/ layak untuk dilaksanakan.
2. $NPV < 0$, maka usulan investasi ditolak/ tidak layak untuk dilaksanakan.
3. $NPV = 0$, maka usulan investasi berada dalam keadaan BEP.

Dalam perhitungan NPV dibutuhkan data perkiraan biaya investasi, biaya operasi, dan perawatan, serta perkiraan *benefit* dari rencana proyek yang akan dilakukan. Rumus perhitungan NPV berdasarkan (Baktino, 2010) ditunjukkan pada Persamaan 2.1.

$$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{NB_i}{(1+i)^n} \quad (2.1)$$

dengan:

- NB = *net benefit = benefit – cost*,
 C = biaya investasi + biaya operasi,
 i = diskon faktor,
 n = tahun (waktu).

Persamaan 2.2 menunjukkan perhitungan nilai NPV berdasarkan (Ustundag et al., 2010).

$$NPV = -(C_x + C_y + C_z) + \sum_{n=1}^t \frac{[K_n - (C_T \times D'_n)]}{(1+i)^n} \quad (2.2)$$

dengan:

- C_x = *hardware cost*,
 C_y = *software cost*,
 C_z = *service cost*,
 C_T = *cost of tag*,
 i = *discount rate*,
 D' = *yearly customer demand*.

$$= D(\mu, \sigma) \times (1 + d) \quad (2.3)$$

2.2.2 *Internal Rate Of Return (IRR)*

Dalam IRR nilai dari NPV adalah nol dikarenakan adanya nilai *discount rate*. Untuk mendapatkan nilai NPV = 0, maka harus menaikkan *discount factor* (df). Atmaja (2008) dalam (Supeni, 2011) IRR adalah *discount rate* yang menyamakan *present value* aliran kas masuk dengan *present value* aliran kas keluar. Perhitungan IRR bertujuan untuk mengetahui persentase keuntungan tiap tahun dari suatu proyek. Keputusan investasi dalam metode IRR adalah sebagai berikut (Dachyar, 2012):

1. IRR > *required return* usulan investasi, diterima.
2. IRR < *required return* usulan investasi, ditolak.

Berdasarkan pada (Dachyar, 2012) metode NPV dan IRR memiliki kesamaan pada keputusan investasi yaitu diterima dan ditolak. Namun, ketika terjadi konflik, maka menggunakan metode NPV lebih disarankan. Persamaan 2.4 menunjukkan rumus perhitungan IRR ((Dachyar, 2012):

$$IRR = - I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} \quad (2.4)$$

dengan:

CF_t = aliran kas per tahun pada periode t,

IRR = *discount rate*,

I_0 = investasi awal pada tahun 0,

t = periode,

n = jumlah periode.

2.2.3 *Profitability Index (PI)*

Cost-benefit ratio atau sering disebut *profitabilitas index* (PI) merupakan *cash flows* pada masa mendatang dibagi dengan *initial cash investment* (Dachyar, 2012). Afandi (2007) mengatakan indeks *profitabilitas* adalah rasio atau perbandingan antara jumlah arus kas sekarang dan pengeluaran awal proyek. Pada

saat terjadi jenis investasi *mutually exclusive*, metode PI tidak dapat digunakan dan harus kembali menggunakan metode NPV. Keputusan investasi dalam metode PI adalah sebagai berikut (Afandi, 2007):

1. $PI > 1$, usulan investasi layak, dan
2. $PI < 1$, usulan investasi tidak layak.

Pada saat perusahaan hanya memiliki modal yang terbatas (*capital rationing*), maka metode PI dapat digunakan untuk *meranking* usulan investasi. Berdasarkan pada Shapiro (2005) dalam (Dachyar, 2012) perhitungannya nilai PI ditunjukkan pada Persamaan 2.5 sebagai berikut:

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t}}{I_0} \quad (2.5)$$

dengan:

- PI = *profitability index*,
 CF_t = *cash flows* dalam jangka waktu proyek,
 k = *the appropriate discount rate*,
 I_0 = *the initial cash outlay*,
 n = *the project's expected life*.

2.2.4 Payback Period (PP)

Metode *payback period* (PP) adalah perhitungan yang digunakan untuk menilai jangka waktu pengembalian investasi suatu proyek atau usaha (Afandi, 2007). Semakin pendek jangka waktu pengembalian investasi, maka semakin baik investasi tersebut. Kriteria keputusan metode PP adalah sebagai berikut:

1. $PP < \text{waktu maksimum}$, usulan investasi diterima,
2. $PP > \text{waktu maksimum}$, usulan investasi ditolak.

Perhitungan dengan metode PP lebih mudah dimengerti dan menyesuaikan dengan ketidakpastian pada *cash flows*. Namun, terdapat beberapa kelemahan pada metode PP yaitu tidak memperhitungkan waktu uang, tidak

memperhitungkan aliran kas sesudah periode *payback*, dan bias untuk proyek jangka panjang seperti penelitian, pengembangan, dan proyek baru (Candra, 2011). Persamaan 2.6 menunjukkan rumus perhitungan metode PP (Baktino, 2010).

$$PP = T_{p-1} + \frac{\sum_{i=1}^n \bar{I}_i - \sum_{i=1}^n \bar{B}_{icp-1}}{\bar{B}_p} \quad (2.6)$$

dengan:

T_{p-1} = tahun sebelum terdapat PP,

I_i = jumlah investasi setelah di-diskon,

B_{icp-1} = jumlah *benefit* yang telah di-diskon sebelum PP,

B_p = jumlah *benefit* pada PP.

2.2.5 *Net Benefit Cost Ratio (Net B/C)*

Metode *Net B/C* merupakan perbandingan antara *net benefit* yang telah didiskon.

Kriteria keputusan metode *Net B/C* adalah sebagai berikut (Harmoni, 2007):

1. $Net\ B/C > 1$, usulan investasi diterima (layak),
2. $Net\ B/C < 1$, usulan investasi ditolak (tidak layak).

2.2.6 *Gross Benefit Cost Ratio (Gross B/C)*

Kriteria keputusan metode *Gross B/C* adalah sebagai berikut (Harmoni, 2007):

1. $Gross\ B/C > 1$, usulan investasi diterima (layak),
2. $Gross\ B/C < 1$, usulan investasi ditolak (tidak layak).

2.2.7 *Return On Investment (ROI)*

Berdasarkan pada (Warnars, 2009) metode ROI atau bisa disebut metode analisa manfaat/ biaya hanya dapat menghitung manfaat yang dapat diukur (*measurable*). Manajer perusahaan dapat menggunakan metode *simple ROI* sebagai alat pendukung pengambilan keputusan investasi. Menurut Plewa (1993)

dalam (Kusuma, 2012) sebanyak 85% perusahaan menghitung proses penilaian kinerja dengan menggunakan metode ROI. Metode ROI memperhatikan besaran investasi maupun kegiatan yang menghasilkan laba, karena hal inilah sebagian manajer lebih menyukai ROI sebagai indikator dalam menilai kinerja perusahaan. Dengan kinerja yang baik dan laba bersih yang tinggi atas penggunaan aset perusahaan yang optimal, maka hal ini dapat mempengaruhi nilai perusahaan. ROI adalah besaran modal yang diinvestasikan dalam keseluruhan aktiva untuk menghasilkan keuntungan bersih. ROI merupakan *profit* dari *net operating income* dengan jumlah investasi atau aktiva yang digunakan untuk menghasilkan keuntungan *net operating assets*. ROI dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan sebagai berikut.

$$\text{ROI} = \frac{\text{a a e s i h s e t e l a h p a j a k}}{\text{u m l a h a k t i v a}} \quad (2.7)$$

SAK (2002) dalam (Lily, 2003) berpendapat bahwa aktiva adalah sumber daya perusahaan dari kejadian masa lalu dan manfaat ekonomi yang diharapkan diperoleh pada masa depan. Terdapat beberapa kegunaan analisis ROI yaitu sebagai berikut:

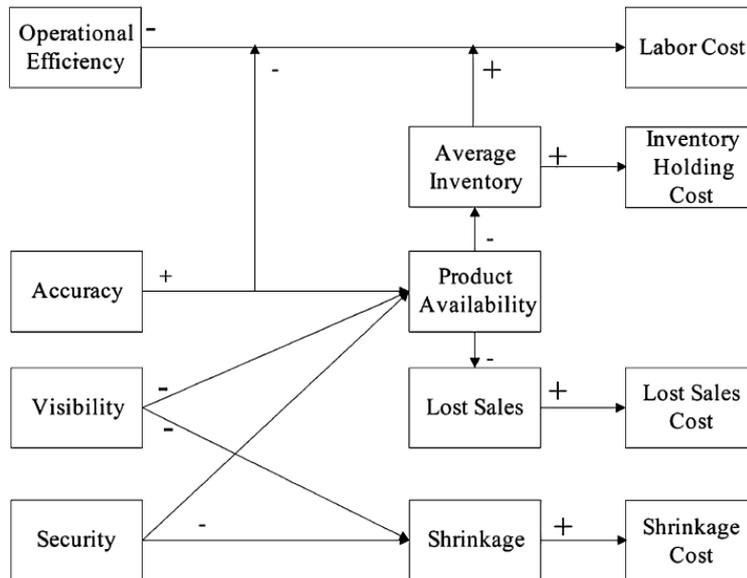
1. Manajemen perusahaan dapat mengukur efisiensi penggunaan modal kerja, produksi, dan penjualan dengan menggunakan teknik analisis ROI,
2. Divisi pada perusahaan dapat mengukur tingkat efisiensi tindakan atau kegiatan yang sedang berlangsung dengan mengalokasikan semua biaya modal ke dalam bagian yang bersangkutan.
3. Analisis ROI dapat digunakan untuk mengukur tingkat *profitabilitas* dari peralatan yang digunakan perusahaan, dan
4. Analisis ROI dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan pada saat perusahaan merencanakan suatu investasi.

2.3 Model Investasi Auto-ID

Teknologi Auto-ID bukan merupakan teknologi baru pada saat ini. Terdapat banyak perusahaan manufaktur atau jasa yang telah

mengimplementasikan teknologi Auto-ID. Namun, bagi beberapa perusahaan teknologi Auto-ID khususnya teknologi RFID merupakan teknologi lama yang belum bisa diimplementasikan pada sistem operasi perusahaan. Hal ini dikarenakan beberapa perusahaan tidak berani melakukan investasi dikarenakan faktor biaya investasi yang mahal. Biaya investasi teknologi RFID meliputi biaya *hardware*, *software*, dan *middleware*. Biaya-biaya tersebut merupakan biaya utama yang harus dipertimbangkan pada saat perusahaan ingin melakukan investasi teknologi Auto-ID. Manajer perusahaan harus memperhatikan besar biaya pengeluaran untuk pembelian komponen utama dengan keuntungan yang akan didapat nantinya. Beberapa jurnal mengatakan investasi teknologi Auto-ID dapat mengurangi atau mereduksi biaya tenaga kerja, biaya simpan, dan biaya kehilangan. Terdapat banyak jurnal atau paper yang berasumsi bahwa teknologi RFID merupakan teknologi pengganti *barcode*. Namun, dikarenakan mahalnya biaya implementasi teknologi RFID, banyak perusahaan yang masih menggunakan teknologi *barcode* pada saat ini. Investasi teknologi RFID akan sangat tidak mungkin untuk diimplementasikan pada perusahaan yang hanya memiliki modal kecil atau sedikit. Selain masalah tersebut, beberapa penelitian yang telah ada hanya membahas mengenai analisa *cost-benefit* pada investasi teknologi RFID. Selain analisa *cost-benefit* investasi RFID, perusahaan juga perlu melakukan analisa *cost-benefit* terhadap teknologi *barcode*. Hal ini dibutuhkan untuk membandingkan teknologi Auto-ID mana yang sesuai untuk diimplementasikan pada perusahaan. Sehingga, perusahaan dapat meningkatkan performansi perusahaan dengan implementasi teknologi Auto-ID yang sesuai.

Investasi teknologi Auto-ID pada sistem pergudangan dapat mengurangi kesalahan penempatan atau perhitungan jumlah *inventory*, meningkatkan *delivery time*, meningkatkan kesesuaian jumlah barang diterima dan barang keluar dari gudang. Gambar 2.4 menunjukkan *benefit* dari RFID (Baysan & Ustundag, 2013).



Gambar 2.4 RFID *Benefit*

Ustundag (2010) melakukan penelitian terhadap total *benefit* terhadap investasi teknologi RFID. Analisa ekonomi pada investasi teknologi RFID menerapkan metode peningkatan *order*, reduksi biaya tenaga kerja, reduksi biaya simpan, dan reduksi biaya kehilangan. *Fuzzy rule based system* merupakan metode yang digunakan untuk menghitung peningkatan demand *order* dengan dilakukannya investasi teknologi RFID. *Rule based* pada sistem *fuzzy* digunakan untuk menentukan peningkatan *order* pelanggan. Pada penelitian tersebut tidak memberikan solusi mengenai solusi pemilihan teknologi informasi yang sesuai dengan kebutuhan perusahaan. Alternatif investasi teknologi Auto-ID yang dapat diterapkan yaitu *barcode* dan/atau RFID. Terdapat kemungkinan perusahaan hanya cukup menggunakan teknologi *barcode* dan tidak membutuhkan teknologi RFID, dikarenakan teknologi RFID tidak sesuai dengan kondisi dan masalah perusahaan. Persamaan 2.9 berikut menunjukkan model perhitungan total *benefit* (K) yang dilakukan oleh Ustundag (2010).

$$K = \Delta C_L + \Delta C_I + \Delta C_S + \Delta R \quad (2.9)$$

dengan:

$$\Delta C_L = D' \times c_{labor} \times r_{labor} \quad (2.10)$$

$$\Delta C_I = D' \times c_{inv} \times r_{inv} \quad (2.11)$$

$$\Delta C_S = D' \times c_{shrink} \times r_{shrink} \quad (2.12)$$

$$\Delta R = D(\mu, \sigma) \times d \times p \quad (2.13)$$

$$D' = D(\mu, \sigma) \times (1 + d) \quad (2.14)$$

Persamaan 2.10, 2.11, dan 2.12 menunjukkan perhitungan reduksi biaya dalam penelitian Ustundag (2010). Persamaan 2.13 menunjukkan perhitungan *revenue increase* dengan mempertimbangkan *actual customer demand* (D), *increase* dari permintaan pelanggan (d), dan *profit/unit* (p). Persamaan 2.14 menunjukkan perhitungan peningkatan permintaan pelanggan. Nilai *increase* dari permintaan pelanggan (d) didapatkan dengan menggunakan rumus perhitungan *fuzzy rules based system*.

2.4 Fuzzy Rule Based System (FRBS)

Untuk mendapatkan nilai *increase* permintaan pelanggan, Ustundag (2010) menggunakan metode *fuzzy rules based system* (FRBS). FRBS telah banyak digunakan sebagai metode terbaik yang memberikan penyelesaian pada banyak jenis aplikasi. *Fuzzy logic* digunakan sebagai alat pada FRBS. FRBS menggunakan aturan IF-THEN yang menjelaskan suatu kejadian dan konsekuensi yang merupakan pernyataan dari metode *fuzzy logic* (Casillas, Cord, Herrera, & Zwir, 2012). Struktur dari *fuzzy rules* adalah sebagai berikut:

IF X_1 is A_1 and ... and X_n is A_n THEN Y is B

dengan:

A_i and B adalah *fuzzy set*.

Dalam penelitiannya Ustundag (2010) menggunakan tipe *Mamdani fuzzy rule*. *Mamdani type fuzzy rules* mempertimbangkan variabel linguistik.

Perhitungan *increase* permintaan pelanggan (d) pada Persamaan 2.15 sebagai berikut (Ustundag et al., 2010).

$$= \frac{\sum_{x=1}^1 C^x}{\sum_{x=1}^1 C^x} \quad (2.15)$$

dengan:

A^{xr} = *output variable* dari *fuzzy subset*,

C_A^{xr} = *center distance* dari A^{xr} .

Pada *number of degree* teori himpunan *fuzzy* menggunakan interval “0” dan “1” untuk suatu objek dalam himpunan. Terdapat tipe fungsi keanggotaan dalam pengendalian logika *fuzzy* yaitu *triangular*, *trapezoidal*, *generalized bell*, *Gaussian*, *Pi*, *Designoidal*, *S*, dan *Z* (Suratno, 2009). Beberapa *literature* menyatakan bahwa tipe segitiga pada *membership function* menghasilkan *offset* yang paling kecil dibandingkan tipe lainnya. Fungsi keanggotaan tipe segitiga menghasilkan respon sistem yang lebih optimal.

Metode *Max-Min* merupakan metode yang sering digunakan sebagai teknik pengambilan keputusan dalam sistem logika *fuzzy*.

2.5 Simulasi Monte Carlo – NPV

Simulasi Monte Carlo merupakan suatu teknik *sampling* statistik yang digunakan untuk memperkirakan solusi terhadap masalah kuantitatif (Fadjar, 2010). Teknik simulasi Monte Carlo dapat diaplikasikan pada perencanaan *cash flow* dengan tujuan untuk mengambil keputusan pada suatu investasi (Hoesli, Jani, & Bender, 2006). Simulasi Monte Carlo juga dapat digunakan sebagai metode untuk mempertimbangkan ketidakpastian nilai ekonomi pada perhitungan NPV (Hamundu, Baharudin, & Budiarto, 2009). Simulasi Monte Carlo menggunakan nilai random dari variabel yang memiliki nilai ketidakpastian dan menghitung nilai target dari model investasi. Distribusi probabilitas digunakan untuk melakukan analisa pada ketidakpastian NPV yang akan didapatkan (Khindanova,

2013). Selain untuk mengestimasi kejadian yang akan datang, simulasi Monte Carlo dapat digunakan untuk mengestimasi distribusi keuntungan dan resiko suatu proyek. Nilai ketidakpastian keuntungan dan resiko di presentasikan dengan bilang random. Hasil yang dihasilkan dari analisa simulasi Monte Carlo antara lain adalah NPV rata-rata, NPV *max*, NPV *min*, *range* NPV, probabilitas NPV, dan NPV standar deviasi dari suatu proyek (Kurniawati et al., 2013).

Simulasi Monte Carlo telah digunakan untuk melakukan simulasi *random variation* pada variabel yang saling berhubungan (O'Donnell & Hickner, 2002). Pertama, menetapkan distribusi statistik untuk masing-masing input. Kemudian, dari simulasi random dipilih satu nilai untuk semua input dari distribusi yang telah ditetapkan untuk item tersebut. Kumpulan dari nilai input random digunakan untuk menghitung hasil. Dilakukan pengulangan proses (*repeated in multiple times*) dengan tujuan untuk meminimumkan tingkat *error* perhitungan (O'Donnell & Hickner, 2002). Pengulangan dapat dilakukan sebanyak 50, 100, 500, dan atau sampai 1000 kali. Analisa *cash flow* digunakan untuk mendemotrasikan simulasi Monte Carlo. Terdapat berberapa distribusi variabel yang dapat digunakan. Berdasarkan pada Michael et.al (2013), distribusi variabel tersebut yaitu sebagai berikut:

- a. Normal, menggunakan standar deviasi dan rata-rata,
- b. *Uniform*, menggunakan minimum dan maksimum *value*,
- c. *Modified-beta*, menggunakan minimum dan maksimum *value*, serta *most likely value*.

Simulasi Monte Carlo menggunakan bilangan random untuk menghasilkan batasan nilai parameter. Jika jumlah dari trial yang digunakan kecil, maka bentuk dari grafik distribusi normal tidak dapat muncul. Pengulangan sebanyak 500 kali merupakan pengulangan yang direkomendasikan untuk manghasilkan histogram distribusi normal (Gaussian) dengan nilai rata-rata dan standar deviasi (Fatony, 2010). Dengan menggunakan *Microsoft Excel spreadsheet*, dapat dihasilkan bilangan random untuk distribusi normal dengan menggunakan fungsi sebagai berikut:

NORMINV (RAND(), MEAN, STDEV)

Hasil simulasi didapatkan dengan melakukan perhitungan NPV dengan menggunakan persamaan NPV yang telah dikombinasikan dengan nilai random input variabel.

2.6 Model Keputusan Investasi

Model keputusan investasi terhadap teknologi Auto-ID akan membantu manajer perusahaan dalam mengambil keputusan alternatif investasi teknologi Auto-ID. Manajer perusahaan dapat menentukan kriteria pemilihan alternatif investasi teknologi Auto-ID yang dapat meningkatkan *profit* dan performansi perusahaan. Berdasarkan pada *literature review* yang telah dikatakan sebelumnya, pemilihan supplier atau *supplier* merupakan salah satu faktor kesuksesan bagi perusahaan manufaktur. Menurut Ghoddsypur dalam (Kurniawati et al., 2013) pemilihan pemasok merupakan masalah pengambilan keputusan yang penting demi kelancaran proses bisnis atau industri dan daya saing perusahaan. Setiap kriteria memiliki kepentingan yang berbeda dan informasi yang disesuaikan dengan kebutuhan dan keadaan perusahaan.

Pada penelitian yang telah dilakukan Sari (2013), pemilihan *supplier* RFID terbaik dengan menggunakan metode *fuzzy* AHP untuk menghitung bobot kriteria dan integrasi *fuzzy*.

Analytical Hierarchy Process (AHP)

Analytical hierarchy process (AHP) merupakan suatu model dengan pendekatan yang memberikan asumsi-asumsi pada setiap individu atau kelompok untuk dapat memberikan gagasan atau ide-ide dan mendefinisikan persoalan yang ada (Muslim & Iriani, 2010). Metode AHP merupakan model pendukung keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty. Menurut Saaty dalam (Santoso, 2012) masalah multi kriteria yang kompleks menjadi satu hirarki, dimana hirarki itu adalah sebagai representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur multi level. Level yang dimaksudkan adalah tujuan, kriteria, sub kriteria, dan sebagainya hingga ke alternatif yang didapatkan. Terdapat beberapa langkah dalam metode AHP, adalah sebagai berikut (Muslim & Iriani, 2010):

1. Mendefinisikan masalah dan menentukan solusi yang diinginkan,
2. Membuat struktur hirarki yang diawali dengan tujuan umum, dilanjutkan dengan kriteria, sub-kriteria, dan alternatif,
3. Membuat matriks perbandingan berpasangan yang menggambarkan kontribusi relative atau pengaruh terhadap setiap elemen masing-masing,
4. Melakukan perbandingan berpasangan,
5. Menghitung nilai *eigen* dan menguji konsistensinya,
6. Melakukan angkah yang sama untuk setiap hirarki,
7. Menghitung *vector eigen* dari setiap matriks perbandingan berpasangan, dan
8. Memeriksa konsistensi hirarki. Jika nilainya lebih dari 10%, maka penilaian dan *judgement* harus diperbaiki.

Terdapat beberapa penelitian yang telah membahas mengenai kriteria apa saja yang digunakan dalam pemilihan pemasok atau *supplier* jaringan informasi pada suatu perusahaan atau instansi. William dalam (Sonalitha, Sarosa, & Naba, 2015) berpendapat bahwa faktor utama yang dapat dipertimbangkan dalam pemilihan pemasok antara lain yaitu harga, kualitas, pelayanan, lokasi, kebijakan persediaan pemasok, dan fleksibilitas. Dalam penelitian yang telah dilakukan oleh Santoso (2012) mengatakan jaringan informasi yang baik pada perusahaan dapat meningkatkan performansi perusahaan. Dalam penelitian lain yang dilakukan oleh Muslim (2010) kriteria yang digunakan dalam pemilihan pemasok antara lain adalah *quality, cost, delivery, flexibility, dan responsiveness*.

Pemilihan *supplier* atau pemasok yang tepat dan baik merupakan salah satu masalah yang ada dalam perusahaan atau instansi. Perusahaan sering berganti supplier atau *supplier* dikarenakan faktor ketidakpuasan terhadap layanan atau kinerja pemasok. Hal ni dikarenakan yang pada awalnya kinerja layanan teknologi informasi dirasa cukup namun dengan semakin kompleksnya kebutuhan, jasa tersebut tidak memadai atau tidak dapat memberikan pembaharuan layanan. Selain itu, pada saat pemilihan pemasok atau *supplier* pihak perusahaan sering kali tidak mengetahui kriteria-kriteria apa saja yang penting dalam pemilihan pemasok atau *supplier* terbaik dan yang sesuai dengan kebutuhan dan situasi perusahaan.

Tabel 2.4 menunjukkan kriteria yang digunakan oleh Santoso (2012) dalam pemilihan *internet service supplier*. Tabel 2.5 menyajikan kriteria dan sub-kriteria pemilihan pemasok yang digunakan dalam penelitian yang dilakukan oleh Kurniawati et.al (2013).

Tabel 2.4 Kriteria Pemilihan ISP (Santoso, 2012)

Kriteria	Sub-kriteria
Kredibilitas	Loyalitas
	Kecepatan akses
	Hardware
Biaya	Sistem prabayar
	Sistem pasca-bayar
Keamanan	Akses
	Memblokir
Kepuasan pelanggan	Menyediakan layanan keluhan pelanggan

Tabel 2.5 Kluster Kriteria Pemilihan Pemasok (Kurniawati et al., 2013)

Kluster	Kriteria
Biaya (B)	Harga (H)
Kualitas (Ku)	Kesesuaian material dengan spesifikasi (SM)
	Kemampuan memberikan kualitas yang konsisten (K)
Ketepatan (Ke)	Waktu pengiriman (WP)
	Jumlah pengiriman (JP)
Service (S)	Garansi dan layanan pengaduan (GP)
	Responsif (R)
Hubungan pemasok (HP)	Keprofesionalan pemasok (KP)
	Kinerja masa lalu pemasok (KM)
	Kekuatan keuangan pemasok (KK)

Persamaan (2.16) mendefinisikan fungsi keanggotaan, adalah sebagai berikut (Sonalitha et al., 2015):

$$m(x/\tilde{M}) = \begin{cases} 0, & x < l \\ (x-l)/(m-l), & l \leq x \leq m \\ (u-x)/(u-m), & m \leq x \leq u \\ 0, & x > u \end{cases} \quad (2.16)$$

Suatu hirarki keputusan dinyatakan *complete* apabila semua elemen pada suatu tingkat memiliki hubungan terhadap semua elemen yang ada pada tingkat berikutnya. Bentuk struktur dekomposisi yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Tingkat pertama : Tujuan keputusan (*goal*)
2. Tingkat kedua : Kriteria
3. Tingkat ketiga : Sub-kriteria
4. Tingkat keempat : Solusi alternatif *supplier* Auto-ID

Tabel berikut menilustrasikan matrik perbandingan berpasangan dalam metode AHP.

Tabel 2.6 Marik Perbandingan Berpasangan (Mora, 2009)

C	A ₁	A ₂	A _n
A ₁	a ₁₁	a ₁₂	a _{1n}
A ₂	a ₂₁	a ₂₂	a _{2n}
....
A _m	a _{m1}	a _{m2}	a _{mn}

Skala perbandingan 1 sampai 9 yang telah ditetapkan oleh Saaty digunakan untuk menghitung bobot kriteria yang ditunjukkan pada Tabel sebagai berikut.

Tabel 2.7 Skala Penilaian Perbandingan Berpasangan (Mora, 2009)

Tingkat kepentingan	Definisi	Keterangan
1	Sama pentingnya	Kedua elemen mempunyai pengaruh yang sama
3	Sedikit lebih penting	Pengalaman dan penilaian sangat memihak satu elemen dibandingkan dengan pasangannya
5	Lebih penting	Satu elemen sangat disukai dan secara praktis dominasinya sangat nyata, dibandingkan dengan elemen pasangannya
7	Sangat penting	Satu elemen terbukti sangat disukai dan secara praktis dominasinya sangat penting dibandingkan elemen pasangannya

Tabel 2.7 Skala Penilaian Perbandingan Berpasangan (Mora, 2009)
(lanjutan)

Tingkat kepentingan	Definisi	Keterangan
9	Mutlak lebih penting	Satu elemen mutlak lebih disukai dibandingkan dengan pasangannya, pada tingkat keyakinan tertinggi
<i>Reciprocal</i>	Kebalikan	Jika elemen i memiliki salah satu angka diatas ketika dibandingkan elemen j, maka j memiliki kebalikannya ketika dibandingkan elemen i

Bobot yang dicari dinyatakan dalam vector,

$$\omega = (\omega_1, \omega_2, \omega_3, \dots, \omega_n) \quad (2.17)$$

Nilai ω_n menyatakan bobot kriteria A_n terhadap keseluruhan set kriteria pada sub-sistem. Pengukuran konsistensi dari suatu matrik didasarkan pada nilai *eigen value* maksimum. Berdasarkan pada Thomas L. Saaty dalam (Mora, 2009) membuktikan bahwa indek konsistensi dari matrik berpasangan ordo n dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut.

$$CI = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n-1)} \quad (2.18)$$

dengan:

CI = Rasio penyimpangan (deviasi) konsistensi,

λ_{max} = Nilai eigen terbesar dari matriks berordo.

Apabila nilai CI sama dengan nol, maka matrik *pairwise comparison* tersebut konsisten. Selanjutnya, yaitu batas inkonsistensi yang telah ditentukan oleh Thomas L.Saaty ditentukan dengan menggunakan rasio konsistensi (CR), yaitu perbandingan indek konsistensi dengan nilai random indek (RI). Nilai CR dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2.19)$$

Besanya nilai C tidak boleh melebihi 0.1 ($C \leq 0.1$). apabila nilai C dibawah 0.1, maka ketidak-konsistenan pendapat dari decision maker masih dapat dipertimbangkan dan sebaliknya, jika nilai CR lebih besar dari 0.1, maka harus dilakukan penilaian ulang.

2.7 Posisi Penelitian

Berdasarkan hasil *review journal* atau *paper* yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa penelitian mengenai analisa investasi terhadap teknologi Auto-ID telah banyak dilakukan. Namun, penelitian dengan dua *phase* yaitu analisa ekonomi dan keputusan pemilihan *supplier* RFID masih belum dilakukan. Model keputusan pemilihan *supplier* penting untuk dilakukan. Hal ini dikarenakan, setelah perusahaan mengetahui peningkatan *profit* dan *benefit* dengan melakukan investasi teknologi Auto-ID dan mengetahui teknologi RFID atau *barcode* yang sesuai dengan kondisi perusahaan yang memberikan keuntungan yang besar, selanjutnya manajer perusahaan juga perlu melakukan keputusan pemilihan *supplier* RFID terbaik yang sesuai dengan kondisi dan kriteria perusahaan. *Supplier* terbaik akan mampu menunjang sistem operasi perusahaan dan meningkatkan *profit* perusahaan.

Model yang diusulkan menggabungkan antara model analisa ekonomi yang dilakukan oleh Ustundag (2010) dengan model pemilihan solusi *supplier* RFID yang dilakukan oleh Sari (2013). Model analisa ekonomi yang dilakukan oleh ustundag hanya menghitung reduksi biaya inventory, tenaga kerja, dan shrinkage dan menghitung nilai investasi dengan metode NPV. Sementara, model yang diusulkan pada penelitian ini akan menghitung reduksi biaya inventory shrinkage, tenaga kerja, dan stockout. Selain itu, pada penelitian ini juga akan menghitung nilai investasi selama 5 tahun ke depan dengan menggunakan NPV dan IRR.

Tabel 2.8 Posisi Penelitian

No	Judul	Penulis (Tahun)	Tujuan		Objek penelitian
			<i>Economic analysis</i>	<i>Supplier Selection</i>	
1	<i>RFID benefits, costs, and possibilities: The economical analysis of RFID deployment in a cruise corporation global service supply chain</i>	Veronneau, et.al (2009)	- Meningkatkan efisiensi servis pada SC, - Reduksi biaya tenaga kerja	-	<i>Cruise ships</i>
2	<i>Fuzzy rules based system for the economic analysis of RFID investments</i>	Ustundag, et.al (2010)	- Meningkatkan <i>benefit</i> perusahaan - Mereduksi biaya inventory, tenaga kerja, dan shrinkage	-	Proses logistik
3	<i>The potential of RFID in warehousing activities in a retail industry supply chain</i>	Lefebure, et.al (2005)	Improve of warehouse activities using RFID technology	-	<i>Warehouse, supply chain</i>
4	<i>Benefit of RFID technology for reducing inventory shrinkage</i>	Fan, et.al (2013)	Reduksi inventory shrinkage dengan implementas teknologi RFID	-	<i>Retail stores</i>
5	<i>An investment evaluation of supply chain RFID technologies: A group decision making model with multiple information sources</i>	Chuu, Shian-Jong (2014)	-	Evaluasi pemilihan teknologi RFID	<i>Bicycle industry (G-company)</i>
6	<i>Selection of RFID solution supplier: A fuzzy multi-criteria decision model with Monte Carlo simulation</i>	Sari, Kazim (2013)	-	Memilih <i>supplier</i> RFID terbaik	<i>Business organization</i>

Tabel 2.9 Posisi Penelitian (lanjutan)

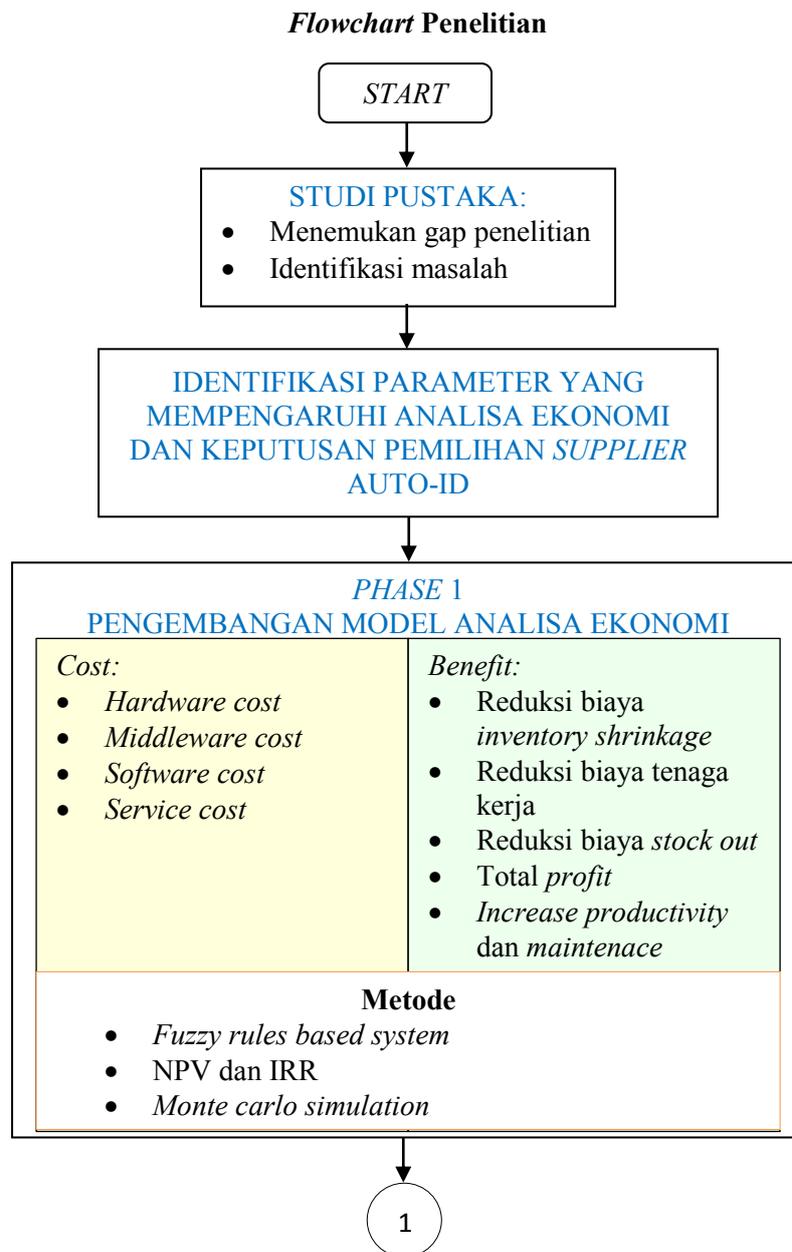
No	Judul	Penulis (Tahun)	Tujuan		Objek penelitian
			<i>Economic analysis</i>	<i>Supplier Selection</i>	
7	Pengambilan keputusan untuk pemilihan <i>supplier</i> bahan baku dengan pendekatan AHP di PT Pahala Sidoarjo	Jannah, et.al (2011)	-	Pemilihan <i>supplier</i> bahan baku	Perusahaan rokok
8	Strategi memilih <i>internet service supplier</i> terbaik untuk perguruan tinggi (Studi kasus: STMIK ATMA LUHUR)	Santoso, Hadi (2012)	-	Pemilihan ISP	Perguruan tinggi Atma Luhur
9	Kriteria pemilihan pemasok menggunakan AHP	Kurniawati, et.al (2013)	-	Pemilihan pemasok	Perusahaan manufaktur
10	Pengembangan model analisa ekonomi dan keputusan pemilihan <i>supplier</i> pada investasi teknologi Auto-ID	Nurrohkayati, Anis (2016)	<ul style="list-style-type: none"> - Meningkatkan <i>profit</i> dan <i>benefit</i> perusahaan - Mereduksi biaya <i>inventory shrinkage</i>, tenaga kerja, dan <i>stockout</i> 	Pemilihan <i>supplier</i> RFID terbaik	Gudang <i>spare part</i> ROL PT Petrokimia Gresik

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

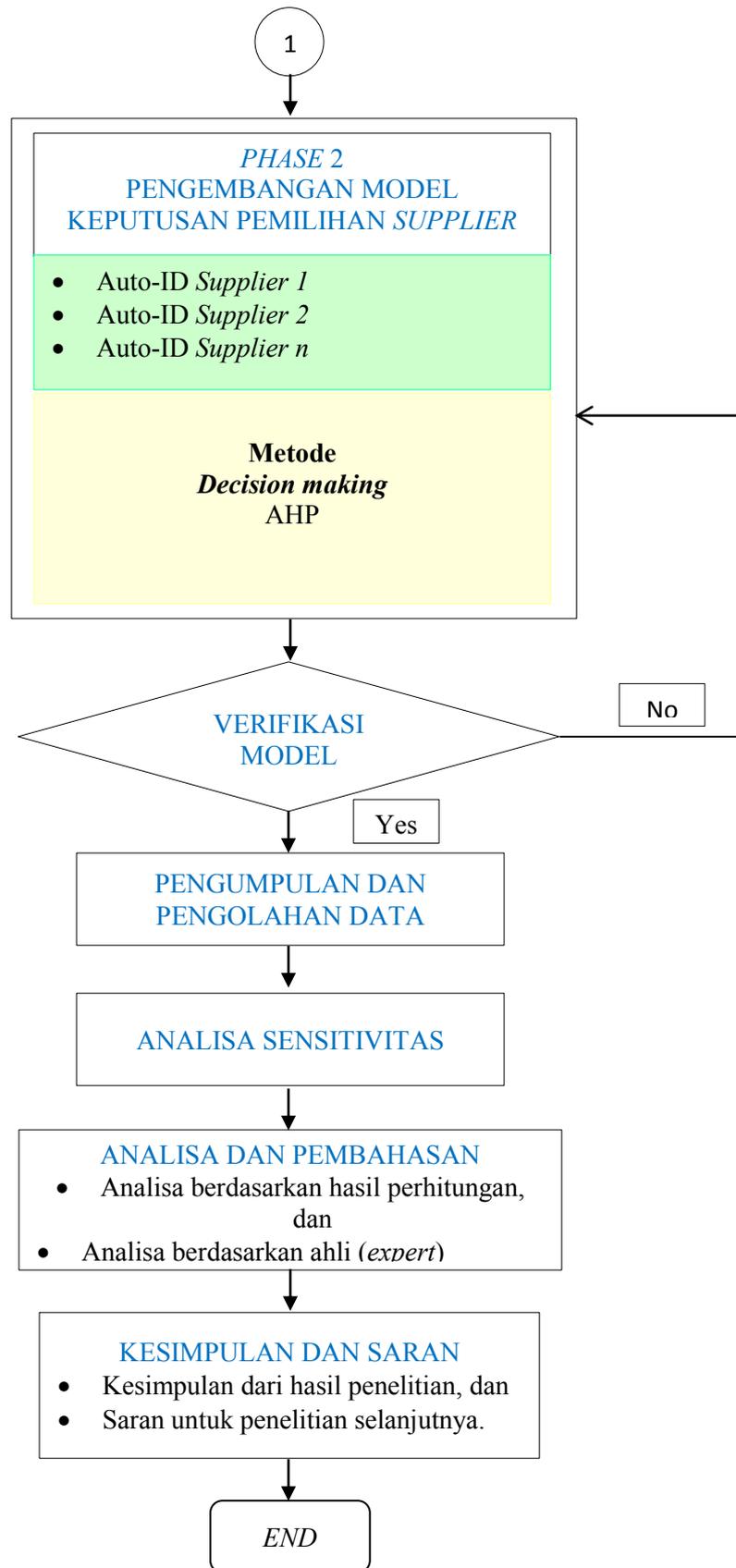
BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Bab metodologi penelitian menjelaskan mengenai metode tahapan kegiatan penelitian yang dijabarkan pada Gambar 3.1 sebagai berikut.



Gambar 3.1 *Flowchart Penelitian*



Gambar 3.1 Flowchart Penelitian (lanjutan)

3.1 Studi Pustaka

Studi pustaka merupakan suatu tahapan pengumpulan *literature* yang dilakukan untuk mendapatkan pengetahuan dan landasan teoritis yang berhubungan dengan penelitian, sebagai bahan pertimbangan dalam penulisan laporan tesis ini. *Literature review* didapatkan dari beberapa sumber publikasi jurnal atau paper internasional yaitu science direct, google scholar, emerald, ataupun google. *Literature review* digunakan untuk mendapatkan gap pada penelitian ini.

3.2 Identifikasi Parameter Yang Mempengaruhi Analisa Ekonomi Dan Keputusan Investasi

Parameter yang digunakan dalam penelitian ini didapatkan dari *literature* yang berkaitan. Parameter tersebut selanjutnya disamakan dengan keadaan perusahaan dengan melakukan wawancara dengan ahli (*expert*) yang ada di perusaha. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan data yang sesuai dengan keadaan yang sebenarnya.

3.3 Pengembangan Model

3.3.1 Phase 1: Pengembangan Model Analisa Ekonomi

Pengembangan model analisa ekonomi dilakukan dengan keadaan pada sistem operasi warehouse. Pengembangan model mempertimbangkan reduksi biaya yang dapat menurunkan biaya pergudangan dan meningkatkan performansi dari sistem pergudangan. Pertimbangan-pertimbangan tersebut digunakan untuk mengukur peningkatan *profit* akibat dari investasi teknologi Auto-ID pada sistem operasi pergudangan. sehingga dihasilkan analisa biaya dan keuntungan pada investasi teknologi Auto-ID. Dengan mempertimbangkan efisiensi pada operasi manajemen pergudangan, dengan memperhatikan biaya tenaga kerja, biaya kehilangan barang karena tidak terdata atau terdeteksi, dan biaya perhitungan persediaan yang tidak pasti atau akurat pada gudang atau *distribution center* (DC) yang mengakibatkan *stock out*.

Berdasarkan pada *literature review* yang telah dilakukan, penelitian ini mengacu pada penelitian yang telah dilakukan oleh Ustundag (2010). Adapun

langkah-langkah analisa ekonomi pada implementasi teknologi Auto-ID adalah sebagai berikut:

1. Pada model yang digunakan, biaya dari teknologi Auto-ID dibagi menjadi tiga area yaitu:
 - a. *Hardware cost* (Cx), meliputi *cost* reader, antennas, host computers, and network equipment dan *tags cost* (Ct),
 - b. *Software cost* (Cy), meliputi biaya upgrade dari middleware dan aplikasi lainnya, dan
 - c. *Service cost* (Cz), meliputi biaya instalasi, integrasi dari beberapa komponen, pelatihan, support dan perawatan, dan proses perbaharuan.
2. Analisa *benefit* implementasi Auto-ID terbagi menjadi dua bagian yaitu reduksi biaya dan revenue increase terhadap kepuasan pelanggan. Total *benefit* (K) dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.1 sebagai berikut:

$$K = \Delta C_L + \Delta C_I + \Delta C_S + \Delta R \quad (3.1)$$

dengan:

$$\Delta C_L = D' \times c_{labor} \times r_{labor} \quad (3.2)$$

$$\Delta C_I = D' \times c_{inv} \times r_{inv} \quad (3.3)$$

$$\Delta C_S = D' \times c_{shrink} \times r_{shrink} \quad (3.4)$$

3. Perhitungan *revenue increase* (ΔR) dengan mempertimbangkan *actual customer demand* (D), *increase of customer demand* (d) dan keuntungan/unit, ditunjukkan pada Persamaan 3.5. Dan juga nilai *increased customer demand* dihitung dengan Persamaan 3.6.

$$\Delta R = D(\mu, \sigma) \times d \times p \quad (3.5)$$

$$D' = D(\mu, \sigma) \times (1 + d) \quad (3.6)$$

4. Perhitungan nilai NPV dari total investasi Auto-ID ditunjukkan pada Persamaan 3.7 sebagai berikut:

$$NPV = -(Cx + Cy + Cz) + \sum_{n=1}^t \frac{[K_n - (C_t \times D'_n)]}{(1+i)^n} \quad (3.7)$$

5. Menghitung nilai *increase rate customer demand* dengan metode FRBS sebagai berikut:

$$\frac{\sum_r^R \quad r \quad r}{\sum_r^R \quad r} \quad (3.8)$$

dengan:

A^{xr} = *output variable* dari *fuzzy subset*,

C_A^{xr} = *center distance* dari A^{xr} .

6. Menentukan *rules* untuk *increase for orders* dengan struktur dari *fuzzy rules* adalah sebagai berikut:

IF X_1 is A_1 and ... and X_n is A_n THEN Y is B

dengan:

A_i and B adalah *fuzzy set*.

7. Melakukan simulasi Monte Carlo untuk nilai NPV dari investasi Auto-ID selama 5 tahun kedepan.

3.3.2 Phase 2: Pengembangan Model Keputusan Pemilihan *Supplier* Auto-ID

Model keputusan pemilihan *supplier* Auto-ID mengacu pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Sari (2013). Dengan model keputusan yang dibuat, diharapkan manajer pergudangan dapat memilih *supplier* Auto-ID yang tepat untuk peningkatan performansi sistem pergudangan. Adapun langkah-langkah dalam menentukan keputusan pemilihan *supplier* Auto-ID yaitu sebagai berikut:

1. Menentukan kriteria evaluasi pemilihan *supplier* Auto-ID

Pada penelitian ini struktur hirarki dari decision model adalah performansi *supplier*, pelayanan setelah pemasangan, dan properti sistem teknologi Auto-ID. Dengan sub-kriteria kredibilitas, keprofesionalan *supplier*, kinerja masa lalu, referensi pelanggan, dan kapabilitas untuk kriteria performansi *supplier*.

Sub-kriteria *responsive*, *system upgrade* dan garansi untuk kriteria pelayanan setelah pemasangan. Sub-kriteria total biaya yang dikeluarkan dan fleksibilitas sistem untuk kriteria properti sistem Auto-ID.

2. Menentukan bobot linguistik

Pada penelitian ini bobot linguistik yang digunakan yaitu berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Sari (2013). Bobot linguistic adalah sebagai berikut:

- a) EI = *equally important* (1)
- b) WMI = *weakly more important* (3)
- c) SMI = *strongly more important* (5)
- d) VSMI = *very strongly more important* (7)
- e) AMI = *absolutely more important* (9)

3. Membangun *pairwise comparison matrices*

Nilai dari matriks komparasi perdimensi didapatkan berdasarkan dari pendapat *expert* perusahaan. *Pairwise matrix* ditunjukkan pada Persamaan 3.9 sebagai berikut:

$$\tilde{A}^k = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{a}_{12}^k & \dots & \tilde{a}_{1n}^k \\ \tilde{a}_{21}^k & 1 & \dots & \tilde{a}_{2n}^k \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{a}_{n1}^k & \tilde{a}_{n2}^k & \dots & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{a}_{12}^k & \dots & \tilde{a}_{1n}^k \\ 1/\tilde{a}_{21}^k & 1 & \dots & \tilde{a}_{2n}^k \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/\tilde{a}_{n1}^k & 1/\tilde{a}_{n2}^k & \dots & 1 \end{bmatrix}, k = 1, 2, \dots, K \quad (3.9)$$

dengan:

\tilde{A}^k merupakan *fuzzy pairwise comparison matrix* dari pemberi keputusan kth.

4. Menghitung nilai *synthetic pairwise comparison matrix*

Setelah mengumpulkan dan mendapatkan pendapat dari *expert*, selanjutnya melakukan kombinasi dari nilai-nilai tersebut. Kombinasi tersebut didapatkan dengan menggunakan teknik *geometric mean* yang ditunjukkan pada Persamaan 3.10 sebagai berikut:

$$\tilde{a}_{ij} = (\tilde{a}_{ij}^1 \otimes \tilde{a}_{ij}^2 \otimes \dots \otimes \tilde{a}_{ij}^K)^{1/K} \quad (3.10)$$

Dimana:

\tilde{a}_{ij} merupakan agregasi dari nilai komparasi *fuzzy* dengan dimensi i ke j dan K adalah jumlah *expert*.

5. Menghitung bobot perkriteria

Bobot kriteria ditentukan berdasarkan pada metode *geometric mean* yang diusulkan oleh Buckley (1985) yang ditunjukkan pada Persamaan 3.11 sebagai berikut (Sari, 2014):

$$\tilde{r}_i = (\tilde{a}_{i1} \otimes \dots \otimes \tilde{a}_{ij} \otimes \dots \otimes \tilde{a}_{in})^{1/n} \quad (3.11)$$

3.4 Verifikasi dan Validasi Model

Setelah menyusun model, selanjutnya yaitu melakukan verifikasi. Verifikasi dilakukan untuk membuktikan tingkat akurasi model yang telah disusun. Validasi dilakukan untuk membuktikan bahwa model yang telah disusun sesuai dengan penggunaan yang dimaksudkan atau keadaan nyata dan mampu menghasilkan data yang valid. Selanjutnya, setelah dilakukan verifikasi model, dapat dilakukan pengumpulan dan pengolahan data pada sistem *warehouse* yang telah ditentukan.

3.5 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada tahap dilakukan pengumpulan dan pengolahan data. Data yang digunakan adalah data *spare part* ROL PT Petrokimia Gresik. Setelah mendapatkan data yang dibutuhkan, selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan model yang telah dibuat.

3.6 Analisa Sensitivitas

Setelah melakukan uji coba model yang telah dibuat, selanjutnya dilakukan analisa sensitivitas. Analisa sensitivitas dilakukan guna mengetahui pengaruh parameter yang dapat diubah terhadap reduksi biaya pada sistem operasi *warehouse* dan keuntungan dari keputusan pemilihan *Auto-ID supplier* terbaik. Manfaat dari melakukan analisa sensitivitas adalah akan didapatkan parameter pada model yang paling sensitif atau yang dapat mengubah nilai solusi optimal jika nilainya diubah.

3.7 Analisis dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan analisa ekonomi dan keputusan yang telah dilakukan dengan cara mengidentifikasi hasil yang didapatkan dari uji coba model. Selain itu, analisis dilakukan melalui konfirmasi dengan ahli di bidang pergudangan pada perusahaan. Hal ini dilakukan untuk menunjang hasil penelitian.

3.8 Kesimpulan dan Saran

Dari hasil keseluruhan tahapan penelitian kemudian ditarik suatu kesimpulan yang dapat menjawab permasalahan dan tujuan yang telah dibuat. Kemudian akan diberikan saran perbaikan untuk penelitian selanjutnya.

BAB 4

PENGEMBANGAN MODEL

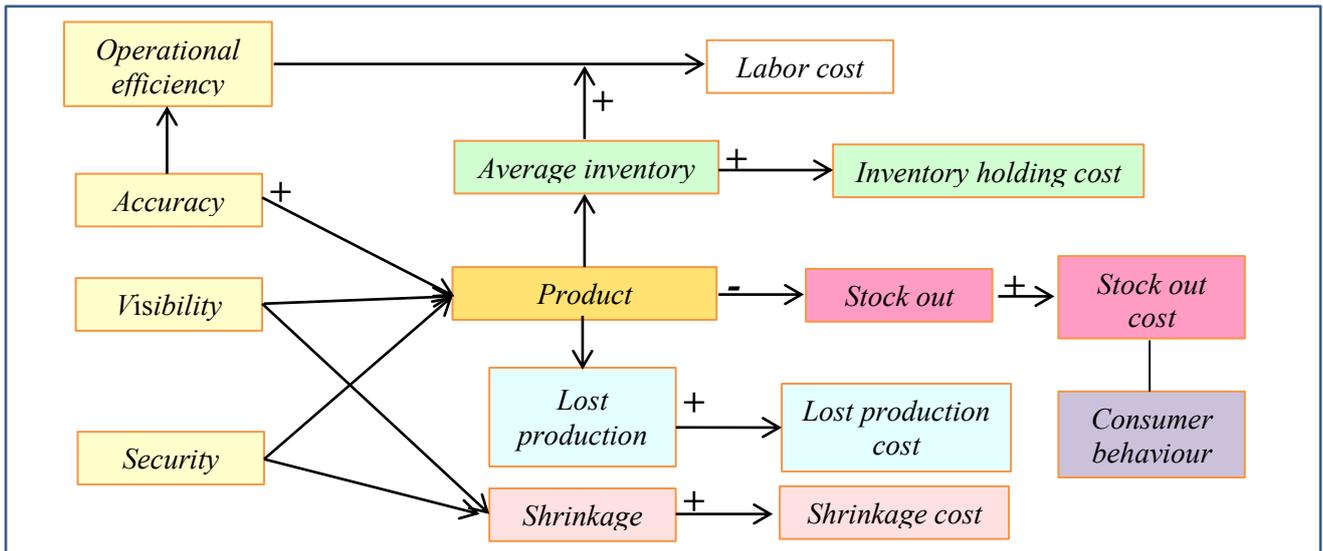
Pada bab ini membahas mengenai deskripsi serta model usulan yang akan digunakan pada penelitian ini. Model usulan yaitu analisa ekonomi terhadap investasi Auto-ID pada sistem pergudangan dan keputusan pemilihan *supplier* Auto-ID yang tepat bagi perusahaan.

4.1 Model Konseptual

Pada sub-bab ini menjelaskan model konseptual yang digunakan sebagai acuan pada pemodelan analisa ekonomi dan keputusan pemilihan *supplier* investasi teknologi Auto-ID.

4.1.1 Analisa Ekonomi Investasi Teknologi Auto-ID

Analisa biaya dan keuntungan (*cost and benefit analysis*) digunakan untuk melakukan analisa ekonomi pada penelitian ini. *Cost and benefit analysis* juga dilakukan pada penelitian yang telah dilakukan oleh Ustundag et.al (2013). *Benefit* dari investasi teknologi Auto-ID digunakan dalam penelitian ini berdasarkan pada *literature review* yang sebelumnya. Menurut Ustundag (2013) implementasi RFID dapat menurunkan biaya *inventory*, *shrinkage*, *labor*, dan *lost sales*. Namun, Srivastava (2004) juga menyatakan bahwa implementasi RFID dapat berpengaruh terhadap minimasi *stock out*, *inventory shrinkage*, dan juga berpengaruh terhadap *correct pricing*. Gambar 4.1 menunjukkan struktur *benefit* dari implementasi teknologi Auto-ID. Pada saat jumlah stok barang di gudang sedikit, maka kemungkinan terjadinya *stock out* akan semakin besar. Begitu pula dengan *lost production* dan *inventory shrinkage*. Semakin besar kemungkinan terjadinya *stock out*, *lost production*, dan *inventory shrinkage*, maka semakin besar pula biaya yang harus dikeluarkan.



Gambar 4.1 *Benefit* Implementasi Teknologi Auto-ID

4.1.2 Keputusan Pemilihan *supplier* Auto-ID

Pada investasi teknologi Auto-ID selain analisa ekonomi dan *benefit*, pemilihan *supplier* Auto-ID juga merupakan hal yang penting yang harus dilakukan oleh perusahaan atau *end user*. *Supplier* yang tepat dan baik akan membantu meningkatkan performansi perusahaan. Pada penelitian ini keputusan pemilihan *supplier* Auto-ID mengacu pada penelitian yang telah dilakukan oleh Sari (2013). Pada penelitiannya Sari (2013) membagi kriteria pemilihan dalam dua kluster yaitu *supplier dimension* dan *system dimension*. Pada penelitian ini kriteria yang digunakan dalam keputusan pemilihan *supplier* Auto-ID dibagi menjadi tiga kluster yaitu performansi *supplier*, pelayanan setelah pemasangan, dan properti sistem teknologi Auto-ID.

4.2 Deskripsi Model

Pada sub-bab ini menjelaskan deskripsi model pada analisa ekonomi dan keputusan pemilihan *supplier* investasi teknologi Auto-ID.

4.2.1 Analisa Ekonomi Investasi Teknologi Auto-ID

Implementasi teknologi Auto-ID dapat memantau jumlah persediaan yang tersedia di gudang. Integrasi teknologi Auto-ID dengan SAP dapat meningkatkan

performansi sistem operasi pergudangan. Murray (2016) mengungkapkan bahwa dengan integrasi SAP dengan RFID, perusahaan industri manufaktur dapat dengan mudah melakukan manajemen dan identifikasi ribuan item yang tersedia di gudang dan juga lebih mudah dalam melakukan kontrol terhadap jumlah persediaan di gudang.

Pada penelitian ini model analisa ekonomi investasi teknologi Auto-ID yang digunakan mengacu pada model matematis yang digunakan oleh Ustundag (2010). Ustundag (2010) melakukan *cost benefit analysis* yang juga dilakukan pada penelitian ini. Ustundag (2010) menggunakan metode FRBS dan simulasi Monte Carlo untuk menghitung NPV. Pada penelitian ini selain menghitung reduksi biaya tenaga kerja dan *inventory shrinkage*, juga akan menghitung reduksi biaya *stock out*.

Inventory shrinkage merupakan barang yang berada digudang dalam waktu yang sudah cukup lama dan tidak digunakan (*dead inventory*). Dengan adanya *inventory shrinkage*, perusahaan harus mengeluarkan biaya simpan dan juga biaya kehilangan karena item tersebut dianggap tidak terpakai atau hilang. Pada sistem manajemen gudang *spare part* ROL yang sekarang masih bersifat manual. Pekerjaan-pekerjaan seperti menghitung jumlah *spare part* ROL, mencari, dan pemeriksaan rutin jumlah *spare part* ROL masih dilakukan manual oleh karyawan. Hal ini, menyebabkan biaya tenaga kerja yang dikeluarkan tinggi, karena pekerja membutuhkan waktu yang lama untuk melakukan pekerjaan-pekerjaan tersebut. Dengan melakukan investasi Auto-ID diharapkan dapat mereduksi biaya tenaga kerja, karena dapat meminimasi waktu pekerja dalam melakukan pekerjaan-pekerjaan manajemen gudang *spare part* ROL.

Stock out cost merupakan biaya yang disebabkan karena tidak tersedianya barang pada waktu diperlukan (Ibrahim, 2013). Setijadi (2015) mengatakan bahwa akibat dari *stock out* dapat menyebabkan terhentinya proses produksi. Hal ini dikarenakan pada saat pabrik membutuhkan *spare part* ROL pada saat *maintenance*, *spare part* ROL yang dibutuhkan tidak tersedia. Pada penelitian ini kejadian *stock out spare part* ROL akan mengakibatkan kerugian yang besar pada sistem perusahaan yaitu salah satunya dapat menyebabkan turunnya tingkat produktivitas. Dengan reduksi biaya *stock out* dapat meningkatkan *profit*

perusahaan. Hal ini dikarenakan, dengan tersediannya jumlah *spare part* ROL dan terpenuhinya permintaan *end user* proses *maintenance* dapat berjalan dengan lancar, sehingga produktivitas meningkat. Selanjutnya, model dasar yang dibuat digunakan untuk analisa *benefit* yang didapatkan perusahaan dengan melakukan investasi teknologi Auto-ID pada sistem gudang.

4.2.2 Keputusan Pemilihan *Supplier* Auto-ID

Model keputusan pemilihan *supplier* teknologi Auto-ID bertujuan untuk membantu *manager* perusahaan menentukan dan memilih *supplier* terbaik yang akan dipercaya untuk memasang sistem teknologi Auto-ID pada sistem operasi perusahaan. Departemen gudang pada perusahaan menangani *spare part* ROL dengan jumlah yang sangat banyak. Persediaan *spare part* ROL yang berjenis ROL harus selalu tersedia di gudang. Namun, terjadi kemungkinan adanya *stock out* salah satu item. Saat item yang dibutuhkan oleh *end user* (pabrik) tidak tersedia di gudang, maka akan mengakibatkan pabrik berhenti produksi dan hal ini sangat dihindari karena dapat menimbulkan kerugian yang besar bagi perusahaan. Selain itu, terkadang terjadi ketidak seragaman data di gudang dengan data *record* di *end user* (pabrik).

Saat stok di gudang kosong, namun data di *end user* tersedia, sehingga gudang tidak bisa memenuhi permintaan *end user*. Kendala-kendala yang mungkin terjadi pada sistem operasi gudang ini yang menjadikan landasan *manager* perusahaan ingin mengimplementasikan teknologi Auto-ID pada sistem gudang. Teknologi Auto-ID diyakini dapat membantu sistem operasi gudang dan mengurangi *error* yang mungkin terjadi pada sistem operasi gudang. Namun, dikarenakan banyaknya penyedia layanan (*supplier*) yang menawarkan jasa pemasangan Auto-ID, *manager* perusahaan tidak terlalu yakin *supplier* manakah yang memiliki kemampuan dan sesuai dengan sistem bisnis dan kondisi operasional perusahaan. Sehingga, pada penelitian ini mengembangkan model keputusan pemilihan *supplier* teknologi Auto-ID untuk membantu *manager* perusahaan memilih *supplier* Auto-ID terbaik bagi perusahaan.

4.3 Batasan dan Asumsi yang Digunakan dalam Pemodelan

Batasan dan asumsi untuk pemodelan pada analisa ekonomi dan keputusan pemilihan *supplier* investasi teknologi Auto-ID pada sistem pergudangan adalah sebagai berikut.

4.3.1 Analisa Ekonomi Implementasi Teknologi Auto-ID

Adapun batasan dan asumsi untuk pemodelan keputusan pemilihan *supplier* pada investasi teknologi Auto-ID adalah sebagai berikut:

4.3.1.1 Batasan

Adapun batasan untuk pemodelan pada analisa ekonomi investasi teknologi Auto-ID adalah sebagai berikut:

1. Sampel *spare part* ROL adalah jenis ROL yang merupakan *spare part* ROL yang harus tersedia pada gudang,
2. Permintaan berasal dari *end user* (pabrik yang melakukan proses produksi dan *maintenance*),
3. Reduksi biaya yang dihitung adalah reduksi *inventory shrinkage*, tenaga kerja, dan *stock out*, dan
4. Jenis *spare part* yang digunakan mewakili *spare part* ROL dengan kategori permintaan berdistribusi normal pada setiap tahunnya.

4.3.1.2 Asumsi

Adapun asumsi untuk pemodelan pada analisa ekonomi investasi teknologi Auto-ID adalah sebagai berikut:

1. *End user* yang dimaksud adalah pabrik proses produksi,
2. Biaya *tag* yang dikeluarkan untuk setiap tahun adalah sebesar 25% dari biaya pembelian *tag* awal dan konstan,
3. *Inventory shrinkage* dan *stock out* selalu ada pada tiap periode, dan
4. Persentase *increase order* dan *increase productivity* adalah konstan dengan menggunakan tingkat persentase dengan keuntungan tertinggi.

4.3.2 Keputusan Pemilihan *Supplier* Teknologi Auto-ID

Adapun batasan dan asumsi untuk pemodelan keputusan pemilihan *supplier* pada investasi teknologi Auto-ID adalah sebagai berikut:

4.3.2.1 Batasan

Adapun batasan pemodelan keputusan pemilihan *supplier* pada investasi teknologi Auto-ID adalah sebagai berikut:

1. Kriteria yang digunakan berjumlah 3 kluster yaitu performansi *supplier*, layanan setelah pemasangan, dan property sistem teknologi Auto-ID,
2. Kriteria dan sub-kriteria yang digunakan disesuaikan dengan keinginan dan kebutuhan perusahaan,
3. Penilaian didapatkan dari data primer berdasarkan beberapa rekomendasi *expert* pada perusahaan,

4.3.2.2 Asumsi

Adapun asumsi untuk pemodelan keputusan pemilihan *supplier* pada investasi teknologi Auto-ID adalah sebagai berikut:

1. *End user* yang dimaksud adalah perusahaan (PT Petrokimia),
2. Nilai *short* = 1 (hari) pada *input variable* “waktu kirim” yang berarti *end user* hanya membutuhkan waktu 1 hari untuk mendapatkan *spare part* ROL yang di *order* dan ini baik.

4.4 Notasi Model

Pada sub-bab ini menjelaskan notasi model yang digunakan pada pemodelan analisa ekonomi dan keputusan pemilihan *supplier* investasi teknologi Auto-ID. Adapun notasi model yang digunakan untuk analisa ekonomi investasi teknologi Auto-ID adalah sebagai berikut:

1. *Cost – benefit*

Adapun notasi model yang digunakan pada model *cost-benefit analysis* adalah sebagai berikut:

- a. C_{IS} = *Inventory shrinkage cost*
- b. C_{lab} = Biaya tenaga kerja

- c. C_{sto} = Biaya *stock out*
- d. ΔC = Reduksi biaya
- e. $C_{tag.n}$ = Biaya *tag* pada tahun ke-n
- f. C_{prod} = Biaya produksi/tahun
- g. C_H = *Hardware cost*
- h. C_M = *Middleware cost*
- i. C_S = *Software cost*
- j. C_Z = *Service cost*
- k. I_0 = Biaya investasi tahun ke-0
- l. CF_t = T_B = Total *benefit*
- m. t = n = Tahun (waktu)
- n. i = *Discount rate*
- o. Q' = *Increased spare part demand*
- p. Q = Permintaan (jumlah pesanan) aktual (*spare part ROL*)
- q. D = *Demand* pupuk dan *non-pupuk*
- r. μ = Rata-rata permintaan *spare part ROL* per-tahun
- s. σ = Standar deviasi permintaan *spare part ROL*
- t. d = *Increase order spare part ROL*
- u. r = *Cost reduction rate*
- v. p = *Increase productivity*
- w. ΔP = *Productivity dan maintenance increase*
- x. T_b = Total *benefit*

2. FRBS

Adapun notasi model yang digunakan pada perhitungan *fuzzy rules based system* adalah sebagai berikut:

- a. Y = *Fuzzy output*
- b. A^{xr} = Variabel *output* dari *fuzzy* subset
- c. $C_{A^{xr}}$ = Center distance dari A^{xr}
- d. n = Jumlah (total) input
- e. R = *Rules*
- f. $R^1 (R^1 \subseteq R)$ = Jumlah total *rules* yang digunakan dari total R

- g. a = Input values
- h. x_v = Variabel input
- i. $\mu_v(x_v)$ = Membership function value untuk x_v

4.5 Komponen Biaya yang Digunakan dalam Pemodelan

Pada sub-bab ini menguraikan komponen biaya apa saja yang digunakan pada pemodelan analisa ekonomi dan keputusan pemilihan *supplier* investasi teknologi Auto-ID.

4.5.1 *Inventory Shrinkage Cost*

Biaya *inventory shrinkage* merupakan biaya yang dikeluarkan perusahaan selama item atau *spare part* ROL berada di gudang sampai digunakan oleh *end user* dan merupakan biaya *spare part* ROL yang sudah tidak terpakai karena melewati *useful life*, namun *spare part* ROL masih berada di gudang. Semakin lama barang berada di gudang, maka nilai biaya simpan juga akan semakin besar. Pada sistem operasi gudang ada kemungkinan satu atau beberapa item yang tidak terdata, sehingga barang dianggap tidak ada atau hilang (*dead inventory*). Hal ini mengakibatkan barang memiliki biaya simpan yang tinggi, karena barang telah lama berada di gudang. Untuk menghindari masalah ini manajer pergudangan ingin menggunakan teknologi yang dapat melakukan *record* data yang tepat dan cepat, sehingga dapat mereduksi biaya *inventory shrinkage*. Pada penelitian ini, *inventory shrinkage* merupakan *spare part* ROL yang sudah lama tidak terpakai, namun masih berada di gudang atau dengan kata lain dapat disebut *dead inventory*.

Reduksi biaya simpan mempertimbangkan beberapa hal yaitu peningkatan permintaan dari *end user*, biaya simpan/unit, dan *inventory cost reduction rate* (Ustundag et al., 2010).

4.5.2 *Biaya Tenaga Kerja*

Biaya tenaga kerja merupakan biaya yang dikeluarkan untuk membayar pekerja yang melakukan manajemen pada stok gudang. Sebagai contoh pekerjaan mencatat atau record data barang, menghitung jumlah barang masuk dan keluar, dan juga menghitung jumlah persediaan atau stok barang yang berada di gudang.

Pada perusahaan PT Petrokimia proses perhitungan barang masuk dan keluar, dan juga jumlah stok persediaan di gudang dilakukan secara manual. Hal ini sangat membutuhkan waktu yang lama dan juga membutuhkan tenaga kerja yang lebih. Rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk melakukan aktivitas tersebut yaitu 30 – 40 detik per-item. Pekerja menggunakan beberapa lama waktu hanya untuk melakukan perhitungan stok barang yang menyebabkan rendahnya efisiensi penggunaan waktu kerja. Dengan adanya teknologi Auto-ID dapat meningkatkan performansi sistem operasi gudang dalam menghitung jumlah stok barang baik yang masuk – keluar ataupun jumlah barang yang tersedia di rak gudang. Sehingga, dapat mereduksi biaya tenaga kerja pada operasi gudang. Reduksi biaya tenaga kerja mempertimbangkan beberapa hal yaitu peningkatan permintaan dari *end user*, biaya tenaga kerja, dan *labor cost reduction rate* (Ustundag et al., 2010).

4.5.3 Stock out Cost

Stock out cost merupakan biaya yang timbul akibat dari jumlah ketersediaan digudang lebih kecil daripada jumlah yang diperlukan atau tidak tersedianya barang saat diperlukan. Kerugian atau adanya biaya tambahan karena *end user* memesan atau meminta barang namun barang tidak tersedia merupakan biaya yang ada akibat *out of stock*. Beberapa kemungkinan yang terjadi akibat *out of stock* di antaranya yaitu tertundanya penjualan, kehilangan penjualan, dan kehilangan pelanggan. Pada penelitian ini akibat dari adanya *out of stock spare part* ROL yaitu tertundanya proses produksi dan kehilangan jumlah produksi.

4.5.4 Biaya Produksi

Biaya produksi merupakan biaya yang dikeluarkan untuk memproduksi satu unit barang. Biaya produksi terdiri dari biaya bahan baku, tenaga kerja, pemeliharaan, penyusutan, pengemasan, dan *overhead*. Semakin tinggi tingkat produktivitas pabrik, maka semakin besar pula biaya produksi yang harus dikeluarkan. Namun, dengan demikian juga akan menyebabkan semakin besar pula laba yang akan didapatkan perusahaan. Sehingga, total *profit*/tahun perusahaan dapat meningkatkan.

4.6 Pengembangan Model

Pengembangan model matematis mengacu pada model konseptual sesuai dengan *literature* yang digunakan. Pemodelan yang dilakukan bertujuan untuk meningkatkan *profit* perusahaan dengan mereduksi biaya yang ada pada sistem operasi pergudangan dan juga untuk membantu manajer perusahaan dalam mengambil keputusan pada pemilihan *supplier* (*supplier*) pada investasi teknologi Auto-ID. Ketepatan waktu kirim, jenis dan jumlah barang akan mempengaruhi *increase* permintaan *spare part* ROL. *Increase* permintaan secara langsung akan berpengaruh pada revenue *increase* dan reduksi biaya pada sistem operasi gudang yang dapat meningkatkan *benefit* perusahaan. Selain bertujuan untuk meningkatkan *profit* perusahaan, pengambilan keputusan pemilihan *supplier* Auto-ID juga penting untuk dilakukan. Hal ini dikarenakan, *supplier* Auto-ID yang tepat dan sesuai dengan peraturan dan kondisi perusahaan mampu meningkatkan performansi perusahaan khususnya pada sistem operasi gudang. Oleh karena itu, penelitian analisa ekonomi dan keputusan pemilihan *supplier* pada investasi teknologi Auto-ID pada sistem operasi pergudangan dilakukan.

4.6.1 Analisa Ekonomi Investasi Teknologi Auto-ID

A. *Proposed Model*

Pada model yang diusulkan pada penelitian ini, biaya dari teknologi Auto-ID dibagi menjadi empat area yaitu:

1. *Hardware cost* (C_H), meliputi *cost reader*, *antennas*, *passive tags* (C_t), *network equipment*, dan *printer*,
2. *Middleware* (C_M). meliputi biaya *upgrade middleware* dan *server licenses*,
3. *Software cost* (C_S), meliputi biaya *upgrade interprise application* (Auto-ID *software*), dan
4. *Service cost* (C_Z), meliputi biaya konsultasi, integrasi (integrasi SAP dengan teknologi Auto-ID), dan *maintenance*.

Reduksi biaya dan peningkatan total *profit* mempertimbangkan nilai *increase rate order* dan peningkatan produktivitas. Semakin besar persentase nilai *increase order* dan produktivitas, maka akan semakin besar pula nilai reduksi

biaya dan total *profit* yang didapatkan. Semakin cepat waktu kirim, ketepatan jenis, dan jumlah *spare part* ROL yang diterima oleh *end user*, maka nilai *increase order* juga akan semakin tinggi. Permintaan *spare part* ROL yang terpenuhi akan menyebabkan proses kegiatan *maintenance* berjalan dengan lancar. Dengan *maintenance* yang baik, pabrik akan mampu memproduksi produk dengan baik pula.

Perhitungan total biaya *tag* pada penelitian yang dilakukan oleh Ustundag (2010) yaitu bahwa biaya yang dikeluarkan untuk *tag* sama dengan nilai *increase customer order* pada tahun ke-n. Penelitian yang dilakukan oleh Ustundag dilakukan pada area logistik, sehingga *tag* yang telah digunakan tidak dapat di gunakan kembali. Pada penelitian ini, biaya *tag* yang dikeluarkan diasumsikan adalah sebesar 25% dari biaya awal pembelian *tag*. Hal ini dikarenakan, *tag* yang sudah digunakan pada *spare part* yang telah dipakai dapat digunakan kembali untuk *spare part* baru. Sehingga, perusahaan tidak harus mengeluarkan biaya *tag* dengan jumlah yang besar. Adapun perbandingan antara model pada penelitian Ustundag dan model pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel berikut.

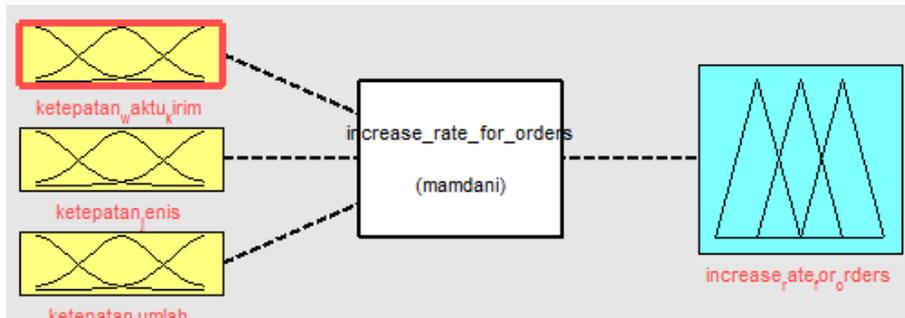
Tabel 4.1 Perbandingan Usulan Model Dengan Model Sebelumnya

Ustundag (2010)	Nurrohkayati (2016)
<i>Total benefit of RFID investment</i>	<i>Total benefit of Auto-ID investment</i>
<i>Inventory cost reduction</i>	<i>Labor cost reduction</i>
<i>Shrinkage cost reduction</i>	<i>Inventory shrinkage cost reduction</i>
<i>Labor cost reduction</i>	<i>Stock out cost reduction</i>
<i>Revenue (sales) increase</i>	<i>Increase productivity and maintenance</i>
$Cost\ of\ tag = C_t * D'$	$Cost\ of\ tag = C_{t0} * 25\%$
<i>Logistic process</i>	<i>Warehouse management</i>

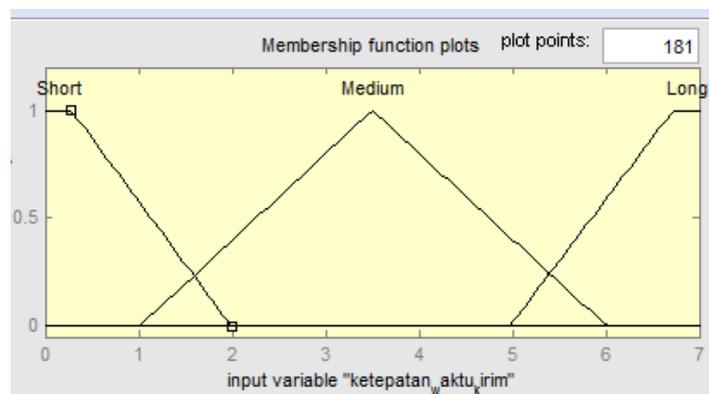
Nilai *increase order* yang berpengaruh terhadap reduksi biaya dan *revenue increase* didapatkan dengan menggunakan metode FRBS. *Triangular* dan *trapezoidal number* merupakan dua jenis *fuzzy number* yang digunakan untuk mengambil keputusan pada penelitian ini. Kedua jenis *fuzzy number* tersebut juga digunakan pada *literature* penelitian sebelumnya. Berikut merupakan aturan-aturan yang digunakan untuk mendapatkan nilai *increase order*:

- a. Rule 1 : IF “ketepatan waktu kirim” is short AND “ketepatan jenis” is high AND “ketepatan jumlah” is high THEN increase for orders is high.
- b. Rule 2 : IF “ketepatan waktu kirim” is short AND “ketepatan jenis” is high AND “ketepatan jumlah” is medium THEN increase for orders is medium.
- c. Rule 3 : IF “ketepatan waktu kirim” is medium AND “ketepatan jenis” is medium AND “ketepatan jumlah” is high THEN increase for orders is medium.
- d. Rule 4 : IF “ketepatan waktu kirim” is medium AND “ketepatan jenis” is high AND “ketepatan jumlah” is high THEN increase for orders is high.
- e. Rule 5 : IF “ketepatan waktu kirim” is long AND “ketepatan jenis” is medium AND “ketepatan jumlah” is low THEN increase for orders is low.
- d. Rule 6 : IF “ketepatan waktu kirim” is long AND “ketepatan jenis” is low AND “ketepatan jumlah” is high THEN increase for orders is high.
- e. Rule 7 : IF “ketepatan waktu kirim” is long AND “ketepatan jenis” is low OR “ketepatan jumlah” is low THEN increase for orders is low.

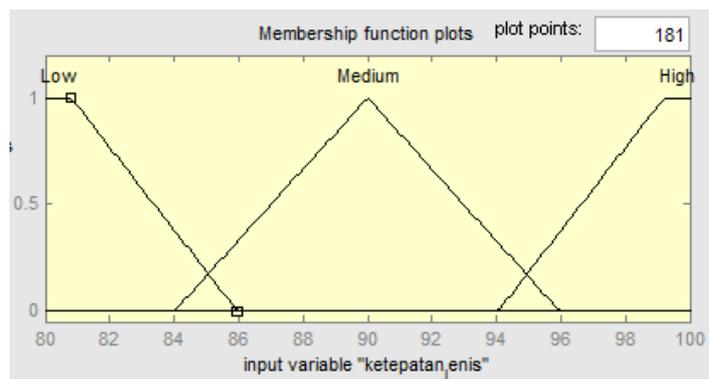
Gambar 4.3 menunjukkan diagram FIS untuk *increase order*. Gambar 4.4 sampai 4.6 menunjukkan membership function untuk *increase* permintaan berdasarkan hasil yang telah ditentukan. Semua *rules* yang telah ditentukan diadopsi dengan model *fuzzy Mamdani* dan diselesaikan dengan Matlab *Fuzzy Toolbox*. Metode *max-min* digunakan untuk mekanisme *aggregate* dan *defuzzification* dari *output fuzzy* menggunakan metode *centroid*.



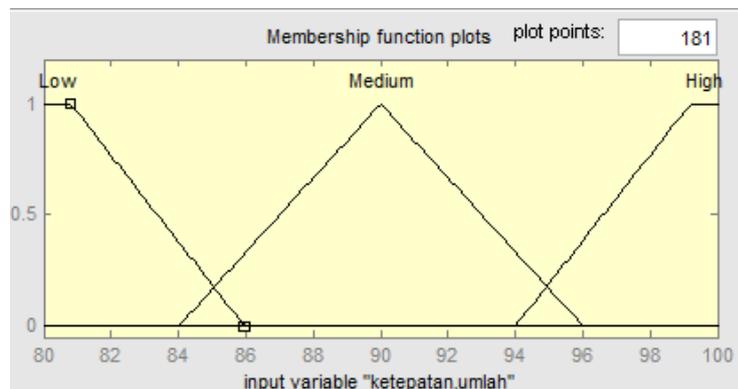
Gambar 4.3 FIS Diagram (*Increase Order*) (Matlab R2009a)



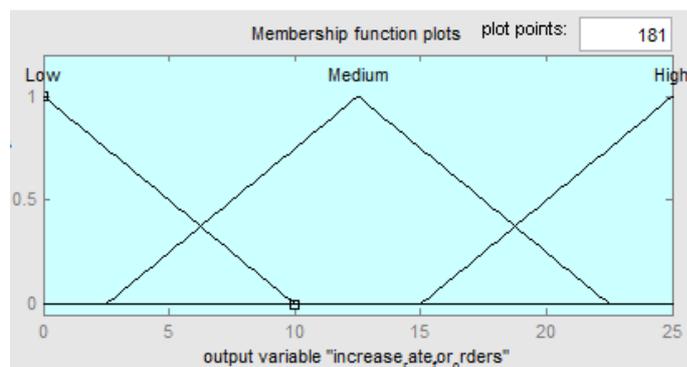
Gambar 4.4 *Membership Function Plots Input Variable* (Ketepatan Waktu Kirim) (Matlab R2009a)



Gambar 4.5 *Membership Function Plots Input Variable (Ketepatan Jenis)*
(Matlab R2009a)



Gambar 4.5 *Membership Function Plots Input Variable (Ketepatan Jumlah)*
(Matlab R2009a)



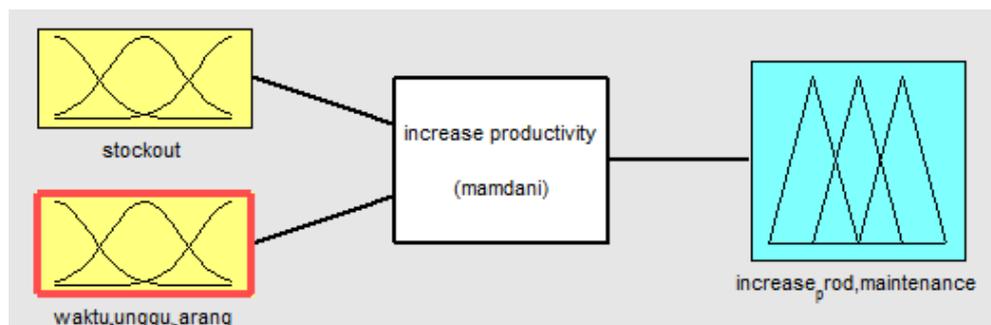
Gambar 4.6 *Membership Function Plots Output Variable (Increase Order)*
(Matlab R2009a)

Jumlah *stock out* dan waktu tunggu barang (*delivery time*) akan mempengaruhi peningkatan produktivitas dan *maintenance* pabrik. Pada studi kasus terjadi penurunan produktivitas yang disebabkan oleh ketidakhandalan peralatan pabrik. Saat akan melakukan *maintenance*, *spare part* ROL yang

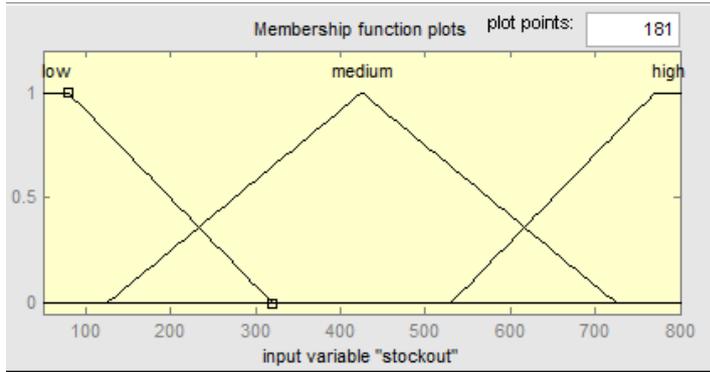
dibutuhkan tidak tersedia di gudang, sehingga proses *maintenance* tidak dapat dilakukan. *Equipment breakdown* sehingga pabrik tidak dapat berproduksi dan tingkat produktivitas turun serta timbulnya biaya perbaikan *equipment* di luar rencana. Hal ini berdampak terhadap in-efisiensi biaya tetap dan kehilangan *profit margin*. Pada penelitian ini, dilakukan perhitungan *increase productivity* menggunakan metode FRBS. *Rule* yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. *Rule 1* : If “stock out” high AND “waktu tunggu barang” long, Then “increase productivity” is low.
2. *Rule 2* : If “stock out” medium AND “waktu tunggu barang” long, THEN increase productivity is low.
3. *Rule 3* : If “stock out low” AND “waktu tunggu barang” short, THEN increase productivity is high.
4. *Rule 4* : If “stock out” low AND “waktu tunggu barang” medium, THEN increase productivity is medium.
5. *Rule 5* : If “stock out” medium AND “waktu tunggu barang” medium, THEN increase productivity is medium.

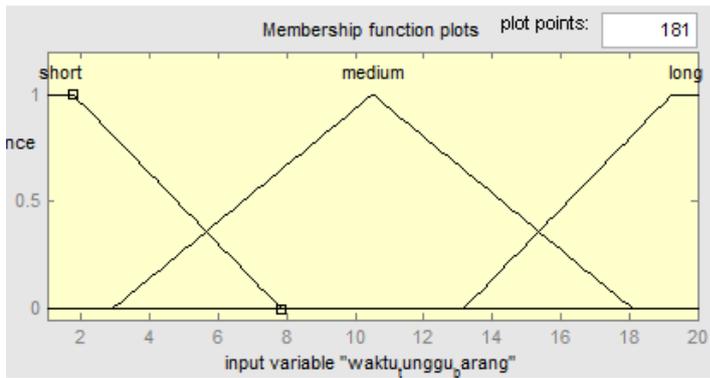
Gambar 4.7 menunjukkan diagram FIS untuk *increase productivity*. Gambar 4.8 sampai 4.10 menunjukkan membership function untuk *increase productivity* berdasarkan hasil yang telah ditentukan. Semua *rules* yang telah ditentukan diadopsi dengan model *fuzzy* Mamdani dan diselesaikan dengan Matlab *Fuzzy Toolbox*. Metode max-min digunakan untuk mekanisme *aggregate* dan *defuzzification* dari *output fuzzy* menggunakan metode *centroid*.



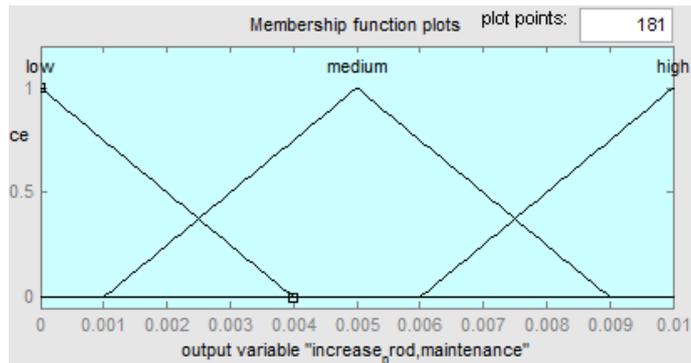
Gambar 4.7 FIS Diagram (*Increase Productivity*) (Matlab R2009a)



Gambar 4.8 *Membership Function Plots Input Variable (Stock out) (Matlab R2009a)*



Gambar 4.9 *Membership Function Plots Input Variable (Waktu Tunggu Ketersediaan) (Matlab R2009a)*



Gambar 4.10 *Membership Function Plots Output Variable (Increase Productivity And Maintenance)* (Matlab R2009a)

Total Benefit

Total *benefit* merupakan penjumlahan dari total reduksi biaya dan *increase maintenance* dan *productivity* dikurangi dengan biaya *tag* yang dikeluarkan setiap tahun. Pada penelitian ini diasumsikan biaya *tag* yang dikeluarkan setiap tahun sebesar 25% dari jumlah biaya awal pembelian *tag*. Total *benefit* didapatkan dengan menggunakan Persamaan sebagai berikut:

$$T_B = \Delta C_{IS} + \Delta C_{lab} + \Delta C_{sto} + \Delta P - C_{tag,n} \quad (4.1)$$

Pada semua elemen yang digunakan untuk mendapatkan nilai total *benefit* mempertimbangkan *increase order* yang telah didapatkan dengan metode *fuzzy*. Selanjutnya, reduksi biaya dihitung dengan menggunakan Persamaan sebagai berikut:

$$\Delta C_{IS} = Q' \times c_{IS} \times r_{IS} \quad (4.2)$$

$$\Delta C_{lab} = Q' \times c_{lab} \times r_{lab} \quad (4.3)$$

$$\Delta C_{sto} = Q' \times c_{sto} \times r_{sto} \quad (4.5)$$

Persamaan peningkatan jumlah pemesanan (Q') dan Persamaan *productivity* dan *maintenance increase* adalah sebagai berikut:

$$Q' = Q(\mu, \sigma) \times (1 + d) \quad (4.6)$$

$$\Delta P = p \times C_{prod} \quad (4.7)$$

Persamaan nilai NPV pada investasi teknologi Auto-ID selama n tahun adalah sebagai berikut:

$$NPV = -(C_H + C_M + C_S + C_Z) + \sum_{n=1}^t \frac{T_B}{(1+i)^n} \quad (4.8)$$

Pada penelitian ini, perhitungan nilai IRR menggunakan Persamaan 4.9 sebagai berikut (Dachyar, 2012):

$$IRR = -I_0 + \sum_{t=n}^{n=1} \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} \quad (4.9)$$

4.6.2 Keputusan Pemilihan *Supplier* Teknologi Auto-ID

Pada penelitian ini bobot kriteria yang digunakan untuk proses evaluasi dihitung dengan metode *decision making* AHP. Tahapan keputusan pemilihan *supplier* RFID adalah sebagai berikut.

1) Menentukan kluster kriteria dan sub-kriteria

Tabel 4.1 menunjukkan tiga kriteria dan 10 sub-kriteria yang digunakan pada penelitian ini. Pada penelitian ini kriteria yang digunakan dalam keputusan pemilihan *supplier* Auto-ID dibagi menjadi tiga kluster yaitu performansi *supplier*, pelayanan setelah pemasangan, dan properti sistem teknologi Auto-ID. Pemilihan kluster dan sub-kriteria yang digunakan didasarkan pada penelitian-penelitian sebelumnya. Kluster dan sub-kriteria yang digunakan disesuaikan dan disetujui oleh *end user* yang akan melakukan investasi teknologi Auto-ID.

Terdapat beberapa penelitian yang telah membahas mengenai kriteria apa saja yang digunakan dalam pemilihan pemasok atau *supplier* jaringan informasi pada suatu perusahaan atau instansi. William dalam (Sonalitha et al., 2015) berpendapat bahwa faktor utama yang dapat dipertimbangkan dalam pemilihan pemasok bahan mentah untuk restoran antara lain yaitu harga, kualitas, pelayanan, lokasi, kebijakan persediaan pemasok, dan fleksibilitas. Pada penelitian lain yang telah dilakukan oleh Santoso (2012) menggunakan kriteria kredibilitas, biaya, keamanan, dan kepuasan pelanggan untuk memilih service provider terbaik untuk

suatu instansi. Santoso (2012) mengatakan jaringan informasi yang baik pada perusahaan dapat meningkatkan performansi perusahaan. Dalam penelitian lain yang dilakukan oleh Muslim (2010) kriteria yang digunakan dalam pemilihan pemasok bahan baku tinta antara lain adalah *quality, cost, delivery, flexibility*, dan *responsiveness*. Dalam penelitiannya Kurniawati (2013) menggunakan kriteria biaya, kualitas, ketepatan, *service*, dan hubungan pemasok. Penelitian penunjang lainnya yang dijadikan dasar penentuan kriteria adalah Sari (2014) menggunakan kriteria *vendor dimension* dan *system dimension* untuk memilih solusi provider RFID terbaik bagi perusahaan. Pada penelitian ini kriteria-kriteria dari ketiga penelitian tersebut dimodifikasi sesuai dengan keadaan dan tujuan melalui diskusi dengan pihak perusahaan. Kriteria dan sub-kriteria pemilihan vendor Auto-ID disajikan pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.2 Kriteria dan Sub-kriteria

No	Kriteria	Sub-kriteria	Author
1	Performansi <i>supplier</i>	Kredibilitas (S1)	- Santoso (2012) - Sari (2013)
		Keprofesionalan <i>supplier</i> (S2)	- Kurniawati et.al (2010) - Ratnasari (2015)
		Kinerja masa lalu (S3)	- Kurniawati et.al (2013)
		Referensi pelanggan (S4)	- Sari (2013)
		Kapabilitas (S5)	- Sari (2013)
2	Layanan setelah pemasangan	Responsif (S6)	- Muslim et.al (2010) - Santoso (2012) - Nurdianto (2008)
		System <i>upgrade</i> (S7)	- Sari (2013)
		Garansi (S8)	- Kurniawati (2013) - Nurdianto (2008)
3	Properti sistem Auto-ID	Total <i>ownership</i> (S9)	- Muslim et al (2010) - Kurniawati et.al (2013) - Sonalitha et.al (2015)
		Fleksibilitas sistem (S10)	- Muslim et.al (2010) - Sari (2013) - Sonalitha et.al (2015)

Masing-masing kriteria-kriteria yang digunakan terbagi menjadi beberapa sub-kriteria yang dijelaskan sebagai berikut:

a. Performansi *supplier*

1) Kredibilitas (S1)

End user ingin mengetahui reputasi *supplier* dalam penanganan proyek implementasi teknologi Auto-ID yang telah dilakukan. *End user* menginginkan *supplier* yang mampu memberikan pelayanan yang sesuai dengan standar yang ditetapkan dan memiliki kinerja diatas rata-rata.

2) Keprofesionalan *supplier* (S2)

End user ingin memastikan bahwa *supplier* telah memiliki pengalaman pelayanan yang sesuai dengan peraturan pada bidang yang dijalaninya dan mendapatkan reward yang sesuai.

3) Kinerja masa lalu (S3)

End user menginginkan *supplier* yang telah memiliki pengalaman yang cukup banyak dalam pemasangan teknologi Auto-ID pada beberapa perusahaan industri manufaktur. Peningkatan performansi perusahaan yang baik dikarenakan telah menggunakan jasa *supplier* teknologi Auto-ID yang tepat.

4) Referensi pelanggan (S4)

Jumlah dari perusahaan industri manufaktur yang telah dilayani dan mengalami peningkatan performansi perusahaan yang baik.

5) Kapabilitas (S5)

End user ingin mengetahui kapabilitas atau kemampuan *supplier* dalam melakukan pemasangan untuk desain sistem dan aplikasi teknologi Auto-ID.

b. Layanan setelah pemasangan

1) Responsif (S6)

End user menginginkan *supplier* yang memiliki sikap responsif terhadap panggilan *end user* saat diperlukan. *Supplier* menyediakan layanan customer service bagi *end user*.

2) System upgrade (S7)

Supplier menyediakan layanan upgrade sistem pada saat sistem perlu untuk diperbaharui.

3) Garansi (S8)

Supplier memberikan garansi jika terjadi *error* dalam kurun waktu yang telah ditentukan.

c. Properti sistem teknologi Auto-ID

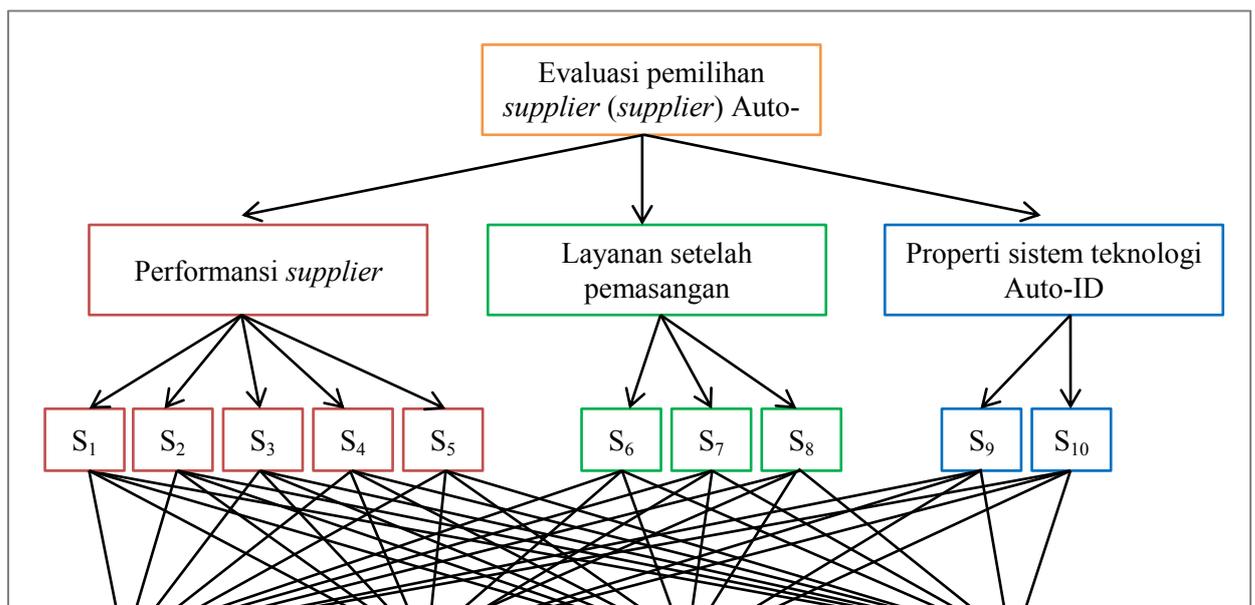
1) Total *ownership* (S9)

Biaya estimasi yang ditawarkan oleh pihak vendor kepada perusahaan, yang mencakup biaya langsung dan tidak langsung dari suatu sistem atau produk.

2) Fleksibilitas sistem (S10)

End user ingin melakukan implementasi teknologi Auto-ID yang dapat diintegrasikan dengan sistem operasi SAP.

End user akan memilih *supplier* (*supplier*) berdasarkan pada kriteria-kriteria tersebut. Masing-masing kriteria dan sub-kriteria akan diberikan bobot penilaian. Bobot penilaian akan menunjukkan kriteria dan sub-kriteria yang paling berpengaruh dalam proses keputusan pemilihan *supplier* Auto-ID. Pada penelitian ini perhitungan untuk keputusan pemilihan *supplier* Auto-ID menggunakan metode *Fuzzy-AHP*. Berdasarkan pada hasil penilaian akhir, alternatif solusi *supplier* Auto-ID dengan nilai tertinggi akan dipilih sebagai *supplier* yang akan memasang sistem teknologi Auto-ID pada perusahaan (*end user*). Struktur hirarki keputusan pemilihan *supplier* (*supplier*) teknologi Auto-ID ditunjukkan pada Gambar 4.2 sebagai berikut.



Gambar 4.2 Struktur Hirarki Keputusan Pemilihan *Supplier* (*Supplier*) Auto-ID

Terdapat empat solusi *supplier* teknologi Auto-ID yang mungkin dapat dipilih untuk keputusan pemilihan *supplier* (*supplier*) teknologi Auto-ID. Masing-masing *supplier* tersebut memiliki nilai yang berbeda. *Supplier* yang memiliki nilai tertinggi berdasarkan kriteria yang diberikan akan dipilih sebagai *supplier* yang akan memasang sistem Auto-ID pada perusahaan.

1. Menghitung bobot masing-masing kriteria dan sub-kriteria

Tingkat kepentingan dengan skala 1 sampai 9 digunakan untuk menghitung bobot kriteria dan sub-kriteria. *Pairwise comparison matrix* dihitung dengan menggunakan *software Expert Choice 2000*. *Supplier* dengan bobot tertinggi akan dipilih sebagai solusi *supplier* RFID.

2. Menghitung perubahan bobot pada kriteria dan sub-kriteria

Pada langkah ini bobot sub-kriteria akan diubah-ubah untuk melihat apakah akan terjadi perubahan terhadap solusi *supplier* RFID terpilih.

BAB 5

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

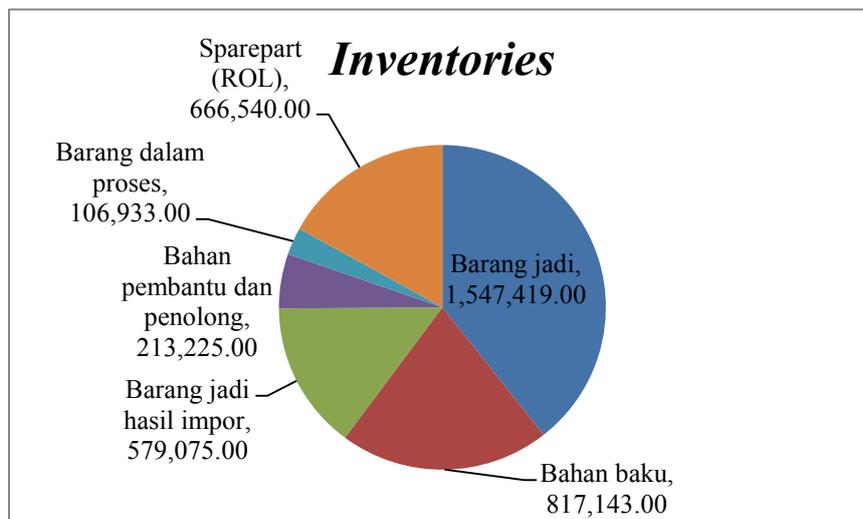
Pada bab ini menjelaskan mengenai data-data yang digunakan yang telah didapatkan baik berdasarkan data primer ataupun data sekunder. Pada bab ini juga menjelaskan mengenai pengaruh parameter tersebut terhadap model yang diusulkan.

5.1 Pengumpulan Data

Pada sub-bab ini akan menjelaskan data-data yang digunakan pada penelitian ini. Data-data yang digunakan merupakan data primer dan sekunder.

5.1.1 Data PT Petrokimia Gresik

Pada penelitian ini studi kasus dilakukan di PT Petrokimia Gresik khususnya pada departemen pergudangan. PT Petrokimia Gresik merupakan salah satu pabrik pupuk terbesar yang ada di Indonesia. Dengan skala pabrik yang besar PT Petrokimia memiliki beberapa gudang untuk menunjang proses produksi. PT Petrokimia Gresik memiliki 13 jenis gudang. Jenis gudang dan jumlah barang atau item yang disimpan ditunjukkan pada Gambar 5.1 sebagai berikut.



Gambar 5.1 Jenis Gudang PT Petrokimia Gresik (*Annual Report 2014*)

Terdapat beberapa jenis kategori barang yang disimpan pada gudang di PT Petrokimia yaitu antara lain ROL, barang Z, *insurance*, *stock* dan *non-stock*, bahan baku, dan bahan penolong. Pada penelitian ini investasi teknologi Auto-ID dilakukan di gudang *spare part* ROL. Barang ROL adalah barang dengan stok yang harus tersedia di gudang. Hal ini, dikarenakan barang ROL merupakan barang yang sering digunakan (*consumable goods*) pada proses perawatan atau perbaikan peralatan pabrik. Sehingga, jika barang ROL tidak tersedia di gudang atau terjadi *stock out*, maka akan mengganggu jalannya proses produksi pabrik. Barang yang termasuk dalam jenis kategori ROL misalnya baut dan plat. Jumlah barang ROL yang tersedia di gudang yaitu sebanyak 666,540 unit.

Pada penelitian ini menggunakan data *spare part* yang ada pada gudang 8. Gudang 8 merupakan salah satu gudang *spare part* ROL di PT Petrokimia Gresik. Rata-rata jumlah permintaan *spare part* ROL di gudang 8 adalah sebanyak 60,954 unit dengan standar deviasi 913. Manajemen *spare part* ROL dilakukan secara manual oleh satu orang staf dan satu orang kepala gudang. Perhitungan jumlah barang masuk dan keluar dilakukan secara manual. Selain itu, staf gudang juga harus melakukan *searching* dan *tracking* secara manual pula. Dengan melakukan pekerjaan secara manual menyebabkan terjadinya penggunaan jam kerja yang tidak efektif.

5.1.2 Data Biaya Investasi Auto-ID

Data yang digunakan merupakan data berdasarkan *literature review*, estimasi dan pengamatan di lapangan. Estimasi data yang berkaitan dengan kondisi perusahaan didapatkan berdasarkan data primer hasil wawancara dengan staf departemen pengadaan barang dan jasa PT Petrokimia Gresik dan juga staf gudang *spare part* ROL. Sedangkan, data biaya investasi teknologi Auto-ID merupakan data sekunder.

Tabel 5.1 dan 5.2 menunjukkan biaya-biaya investasi teknologi RFID dan *barcode* yang harus dikeluarkan oleh perusahaan. Biaya-biaya yang harus dikeluarkan yaitu biaya untuk pengadaan *hardware*, *middleware*, *software*, dan *service*.

Tabel 5.1 Biaya Investasi Teknologi RFID

<i>Areas</i>	<i>Include</i>	<i>Total cost (Rp)</i>
<i>Hardware</i>	<i>Readers (Zebra FX7500)</i>	34,905,740.00
	<i>Antennas (Alien ALR-8697)</i>	17,167,648.00
	<i>Passive tags (Omni-ID grip)</i>	1,810,589,256.00
	<i>Network equipment</i>	2,634,908.00
	<i>Printer (Zebra ZT400)</i>	49,778,030.00
<i>Total Hardware cost</i>		1,915,075,582.00
<i>Middleware</i>	<i>Middleware and servers licences</i>	407,460,000.00
<i>Software</i>	<i>BarTender software Enterprise automation</i>	135,820,000.00
<i>Service</i>	<i>Consulting & integration</i>	271,640,000.00
	<i>Installation & tasting</i>	407,460,000.00
	<i>Training</i>	407,460,000.00
	<i>Maintenance</i>	108,656,000.00
<i>Total Service cost</i>		1,195,216,000.00
Total		3,653,571,582.00

Tabel 5.2 Biaya Investasi Teknologi Barcode

<i>Areas</i>	<i>Include</i>	<i>Cost (Rp)</i>
<i>Hardware</i>	<i>Axicon 6515 barcode verifier</i>	130,405,189.68
	<i>Barcode scanner powerScan PBT8300</i>	24,010,073.76
	<i>Label (Zebra 880150-025)</i>	1,675,822.80
	<i>Printer (Citizen CL-S66216)</i>	16,345,674.00
	<i>Wristband kit (Zebra 10006995K HC100)</i>	2,341,457.34
	<i>Wax ribbon (Armor T11160ZA)</i>	1,189,293.60
<i>Total Hardware cost</i>		175,967,511.18
<i>Middleware</i>	<i>Middleware and servers licences</i>	128,034,000.00
<i>Total Middleware cost</i>		128,034,000.00
<i>Software</i>	<i>Barcode software (BarTender automation 2016 10 printers)</i>	14,588,193.96
<i>Total Software cost</i>		14,588,193.96
<i>Service</i>	<i>Consulting & integration</i>	113,808,000.00
	<i>Installation & taisting</i>	
	<i>Maintenance</i>	
<i>Total Service cost</i>		113,808,000.00
Total		432,397,705.14

Tabel 5.3 menunjukkan biaya-biaya manajemen gudang yang harus dikeluarkan untuk persatuan unit *spare part* ROL.

Tabel 5.3 Biaya/unit

	<i>Cost</i>	
<i>Inventory shrinkage</i>	Rp	3,099.00
<i>Labor</i>	Rp	2,866.67
<i>Stock out</i>	Rp	2,000.00

Biaya *inventory shrinkage* merupakan biaya yang ada karena adanya biaya pemeliharaan sebesar Rp 2,099.00/satuan ditambah dengan biaya persediaan suku cadang yang rusak atau tidak dapat dimanfaatkan sebesar Rp 1,000.00/satuan. Persediaan suku cadang yang melebihi dari waktu pakainya (*useful life*), namun masih berada di gudang dinyatakan sebagai *inventory shrinkage (dead inventory)*. Jumlah *dead inventory* yang ada dapat menurunkan *profit* perusahaan. Perusahaan harus mengeluarkan biaya *inventory shrinkage*. Pekerjaan-pekerjaan manajemen gudang yang dilakukan secara manual membutuhkan waktu jam kerja yang lebih banyak, sehingga menyebabkan tingginya biaya tenaga kerja yang dikeluarkan.

Untuk melakukan perhitungan jumlah, mencari, dan memeriksa kembali jumlah *spare part* ROL membutuhkan waktu 30 – 50 detik persatuannya. Dalam satu hari pekerja bekerja selama 9 jam dengan 1 jam digunakan untuk istirahat siang, sehingga dalam sehari pekerja dapat melakukan pekerjaan manajemen gudang untuk 720 unit. Dalam satu bulan pekerja (staf gudang) hanya bisa memajemen sebanyak 18.000 unit dengan biaya tenaga kerja sebesar Rp 244.00/unit. Biaya *stock out* merupakan biaya yang dikeluarkan pada saat *end user* melakukan permintaan *spare part* ROL ke gudang, namun ketersediaan barang yang diminta tidak ada atau kurang. Pihak manajemen memberikan biaya sebesar Rp 2,000.00 sebagai biaya tambahan karena *end user* memesan barang, sedangkan bahan yang diperlukan tidak ada (*stock out*).

Pendapatan usaha kumulatif PT Petrokimia Gresik pada tahun 2014 adalah sebesar Rp 25.10 triliun dengan jumlah produksi pupuk 6.024.487 ton. Data PT

Petrokimia Gresik ditunjukkan pada Tabel 5.4. Biaya produksi yang dikeluarkan oleh PT Petrokimia Gresik diberikan pada Tabel 5.5.

Tabel 5.4 Data PT Petrokimia Gresik

<i>Amount</i>	Deskripsi
Rp 25,100,000,000,000.00	Pendapatan usaha
Rp 18,983,622,000,000.00	Biaya produksi/tahun
Rp 52,732,283,333.33	Biaya produksi/hari
6,024,487	Produksi pupuk (ton/tahun)
16,735	Produksi pupuk (ton/hari)
Rp 3,151,076.93	Biaya produksi/ton
Rp 3,771,357.75	pendapatan/ton
6,655,428	Jumlah penjualan pupuk (ton/tahun)
Rp 620,280.83	<i>Profit</i> /ton

Sumber: Annual report PT Petrokimia Gresik, 2014

Tabel 5.5 Biaya Produksi

Deskripsi	<i>Amount (Rp)</i>
Biaya bahan baku dan pupuk impor	16,082,490
Biaya pegawai	932,560
Biaya bahan penolong	553,009
Biaya pemeliharaan	466,026
Biaya penyusutan	353,055
Biaya pengemasan	332,058
Biaya overhead pabrik	264,424
Jumlah biaya produksi	18,983,622

Sumber: Annual report PT Petrokimia Gresik, 2014

Kuantum produksi PT Petrokimia Gresik pada tahun 2013-2014 ditunjukkan pada Tabel 5.6 sebagai berikut. Terjadi penurunan jumlah produksi pada beberapa produk pupuk daripada tahun sebelumnya. Hal ini, dikarenakan ketidakhandalan pabrik yang disebabkan oleh *equipment breakdown* Karena gangguan peralatan pabrik.

Tabel 5.6 Kuantum Produksi PT Petrokimia Gresik (dalam ton)

<i>Fertilizer Product</i>	<i>Production Capacity</i>	<i>Year</i>		<i>Increase/(decrease)</i>	
		2014	2013	<i>Quantity</i>	<i>%</i>
Urea	460,000	416,635	482,148	(65,513)	(14)
ZA	750,000	816,001	827,225	(11,224)	(1)
SP-36	500,000	400,508	517,757	(117,249)	(23)

Sumber: Annual report PT Petrokimia Gresik (2014)

Tabel 5.6 Kuantum Produksi PT Petrokimia Gresik (dalam ton) (lanjutan)

<i>Fertilizer Product</i>	<i>Production Capacity</i>	<i>Year</i>		<i>Increase/(decrease)</i>	
		2014	2013	<i>Quantity</i>	<i>%</i>
Phonska	2,340,000	2,110,996	1,800,198	310,798	17
NPK & DAP	430,000	363,574	449,864	(86,290)	(19)
ZK	10,000	8,326	8,440	(114)	(1)
Total	4,490,000	4,116,040	4,085,632	30,408	1

Sumber: Annual report PT Petrokimia Gresik (2014)

Dengan melakukan implementasi teknologi Auto-ID diharapkan akan mereduksi biaya operasional gudang. Tabel 5.7 dan 5.8 menunjukkan besar nilai *cost reduction rate* berdasarkan estimasi *logistic expert* dengan melakukan investasi atau implementasi teknologi RFID dan/atau *barcode*. *Logistic expert* memberikan nilai untuk masing-masing parameter biaya yang digunakan dengan probabilitas (%) sebesar 15, 40, 70, dan 90.

Tabel 5.7 *Cost Reduction Rates* Masing-Masing Parameter (RFID)

<i>Probability (%)</i>	<i>Cost Reduction Rates (%)</i>		
	<i>Inventory Shrinkage</i>	<i>Labor</i>	<i>Stock Out</i>
15	2	5	3
40	3	8	5
70	5	10	7
90	7	11	8

Tabel 5.8 *Cost Reduction Rates* Masing-Masing Parameter (*Barcode*)

<i>Probability (%)</i>	<i>Cost Reduction Rates (%)</i>		
	<i>Inventory Shrinkage</i>	<i>Labor</i>	<i>Stock Out</i>
15	1	2	1
40	2	3	2
70	3	5	3
90	4	7	4

5.1.3 *Benefit Data*

Increase order merupakan hasil FRBS *output* dengan mengimplementasikan data pada model yang diusulkan. Berdasarkan pada hasil yang ditunjukkan pada Tabel 5.9, bahwa dengan implementasi Auto-ID dapat meningkatkan ketepatan jumlah item yang diterima oleh *end user* dari 85% ke 90% dengan nilai 12.5% meningkat menjadi 21.3%.

Tabel 5.9 *Increase Order*

<i>Probability (%)</i>	<i>Waktu Kirim (day)</i>	<i>Jenis (%)</i>	<i>Jumlah (%)</i>	<i>Increase Order (%)</i>
15	3	85	85	4.32
40	2	85	90	10.5
70	1	90	90	12.5
90	1	97	97	21.3

Benefit dari implementasi RFID salah satunya yaitu perusahaan dapat meningkatkan produktivitas dan waktu *maintenance* pabrik. *Increase productivity* dan *maintenance* ditunjukkan pada Gambar 5.3. *increase productivity* dan *maintenance* dipengaruhi oleh jumlah *stock out* dan lama waktu tunggu dari proses permintaan sampai pada diterima oleh *end user*. Hal ini dikarenakan, jika jumlah *spare part* ROL yang *stock out* semakin sedikit dan *spare part* ROL semakin cepat sampai ke *end user*, maka proses *maintenance* akan berjalan dengan lancar dan produktivitas akan meningkat. Lama waktu tunggu barang

sampai pada diterima oleh *end user* sangat berpengaruh pada besar nilai peningkatan produktivitas dan *maintenance* pabrik. Semakin pendek waktu tunggu barang, maka proses *maintenance* akan semakin pendek pula dan pabrik akan segera bisa berproduksi kembali. Namun, jika waktu tunggu barang semakin lama atau panjang, maka akan mengakibatkan delay pada proses *maintenance*. Sehingga, pabrik tidak dapat berproduksi dan akan mengakibatkan tidak terpenuhinya permintaan konsumen.

Dengan jumlah *stock out* 94 unit dan lama waktu tunggu 2 hari dapat meningkatkan produktivitas sebesar 0.01% unit dan meningkatkan biaya produksi sebesar Rp 1,839,512,971.80/tahun. Jumlah *stock out* 253 unit dan waktu tunggu barang selama 2 hari dapat meningkatkan produktivitas sebesar 0.01% pula dengan peningkatan biaya produksi sebesar Rp 1,573,742,264/tahun. Namun, walaupun terjadi peningkatan biaya produksi, perusahaan akan meningkatkan *profit margin*. Hal ini dikarenakan, produksi bertambah, sehingga penjualan dan keuntungan juga meningkat. Secara langsung juga akan meningkatkan *service level end user* ataupun konsumen. Secara lengkap pengaruh *stock out* dan waktu tunggu barang disajikan pada Tabel 5.11.

Tabel 5.10 *Increase Production Cost/year*

<i>Stock Out (unit)</i>	<i>Waktu Tunggu Barang (day)</i>	<i>Increase Productivity (%)</i>	<i>Biaya Produksi/tahun</i>	
			Rp	
94	2	0.010	Rp	1,839,512,971.80
177	5	0.006	Rp	1,144,712,406.60
175	12	0.005	Rp	949,181,100.00
501	5	0.005	Rp	949,181,100.00
500	16	0.004	Rp	709,987,462.80
611	18	0.002	Rp	417,639,684.00
150	17	0.003	Rp	658,731,683.40
721	18	0.001	Rp	256,278,897.00
453	1	0.005	Rp	949,181,100
253	2	0.01	Rp	1,573,742,264

5.2 Validasi dan Verifikasi Model

Validasi dapat dilakukan oleh pihak perusahaan. Hasil dari model dapat di validasi oleh pihak manajer mengenai benar atau tidaknya *benefit* yang ada, kesesuaian peralatan Auto-ID, kebenaran nilai ekonominya, dan *benefit* apakah sesuai atau tidak. Pada penelitian ini hanya dilakukan proses verifikasi, yaitu apakah model konseptual telah sesuai dengan model yang operasional. Apakah parameter input dan struktur logis model yang digunakan sudah dipresentasikan secara tepat. Hasil dari model yang dibuat telah mempresentasikan sistem nyata, yaitu bahwa dengan semakin tingginya persentase *increase order* dan *increase productivity*, maka *profit* yang didapatkan akan semakin besar pula.

Selanjutnya, dilakukan verifikasi terhadap model yang telah dibuat. Verifikasi dilakukan dengan melakukan pengecekan terhadap variabel-variabel yang digunakan dalam pemodelan merupakan variabel yang penting dengan nilai numerik yang benar. Variabel pada penelitian ini telah diverifikasi yaitu bahwa akibat dari reduksi biaya *inventory shrinkage*, tenaga kerja, dan *stock out* dapat meningkatkan total benefit perusahaan. Dan juga dengan sedikitnya jumlah *stock out* yang terjadi dan waktu terima barang ke *end user* semakin cepat, pabrik dapat meningkatkan produktivitas dengan maksimal. Berdasarkan dari hasil penelitian, dapat dikatakan bahwa simulasi model berjalan sesuai dengan yang diinginkan.

5.3 Pengolahan Data

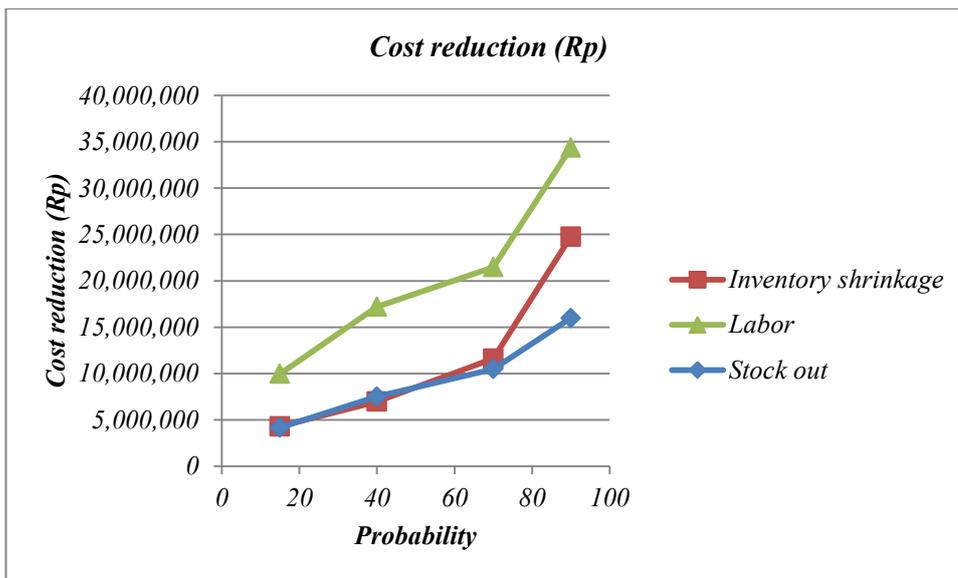
Selanjutnya, setelah mengumpulkan data yang diperlukan, selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan menggunakan model yang diusulkan.

5.3.1 Total *Benefit* Investasi Auto-ID

Dengan menggunakan Persamaan 4.2 sampai 4.5 didapatkan nilai reduksi biaya *inventory shrinkage*, *labor*, dan *stock out* yang diberikan pada Tabel 5.10. Dengan probabilitas 90% dapat mereduksi biaya *inventory shrinkage*, tenaga kerja, dan *stock out* sebesar Rp 25,329,267.00/tahun, Rp 35,145,482.00/tahun, dan Rp 16,346,736.00/tahun.

Tabel 5.11 *Cost Reduction (RFID)*

<i>Probability (%)</i>	<i>Cost reduction (Rp)</i>		
	<i>Inventory shrinkage</i>	<i>Labor</i>	<i>Stock out</i>
15	4,279,964	9,897,733	4,143,237
40	6,750,284	16,651,233	7,260,712
70	11,601,646	21,463,732	10,482,288
90	25,329,267	35,145,482	16,346,736

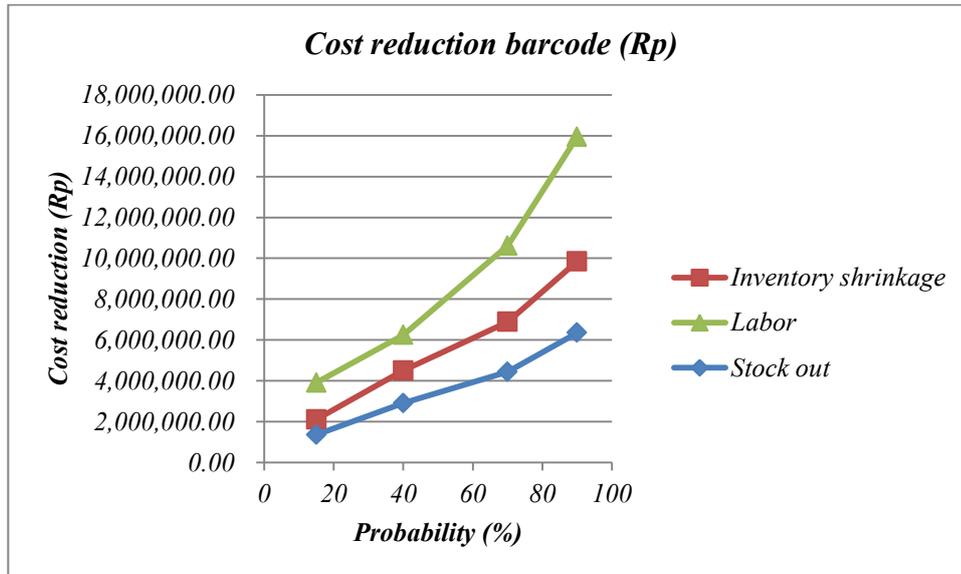


Gambar 5.2 Hubungan Antara *Increase Order* dengan Reduksi Biaya Untuk Teknologi RFID

Tabel 5.11 menunjukkan reduksi biaya implementasi *barcode*. Dengan probabilitas 90% dapat mereduksi biaya *inventory shrinkage*, tenaga kerja, dan *stock out* sebesar Rp 9,880,714.07/tahun, Rp 15,994,917.37/tahun, dan Rp 6,376,711.25/tahun.

Tabel 5.12 *Cost Reduction (Barcode)*

Probability (%)	Cost reduction (Rp)		
	<i>Inventory shrinkage</i>	<i>Labor</i>	<i>Stock out</i>
15	2,147,844.21	3,973,638.85	1,386,153.09
40	4,576,758.89	6,350,456.02	2,953,700.48
70	6,979,589.28	10,760,544.23	4,504,413.86
90	9,880,714.07	15,994,917.37	6,376,711.25



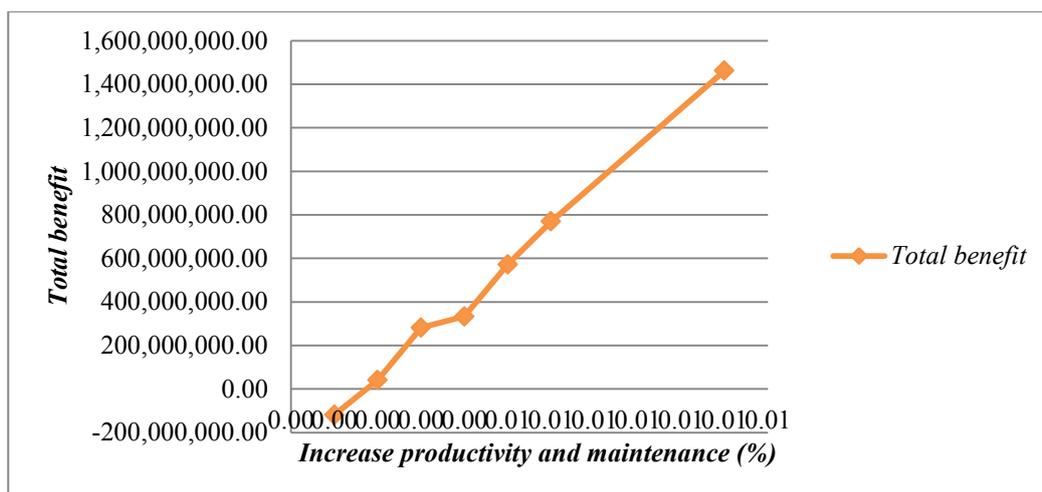
Gambar 5.3 Hubungan antara *Increase Order* dengan Reduksi Biaya Untuk Teknologi *Barcode*

Gambar 5.2 dan 5.3 menggambarkan hubungan antara *increase order* dengan reduksi biaya. Reduksi biaya *inventory shrinkage*, tenaga kerja, dan *stock out* merupakan *benefit* yang didapatkan perusahaan karena mengimplementasikan teknologi Auto-ID pada gudang *spare part* ROL. Pada grafik hubungan tersebut dapat dilihat bahwa semakin tinggi nilai probabilitas, maka akan menyebabkan semakin besar pula reduksi biaya yang didapatkan dalam biaya operasional

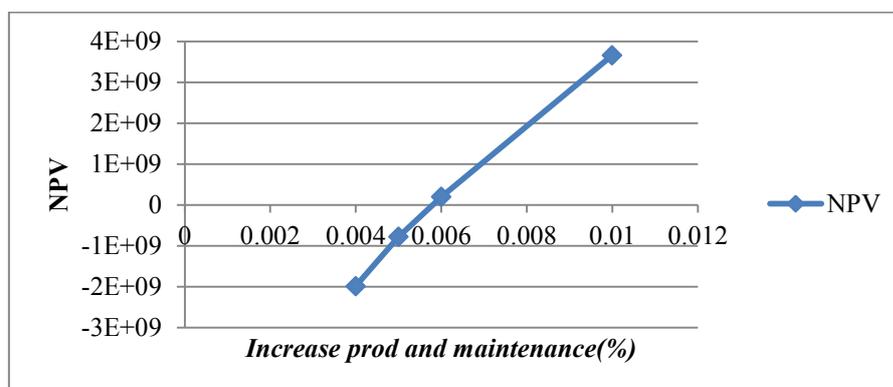
gudang *spare part* ROL. Hal ini berlaku untuk implementasi teknologi RFID ataupun *barcode*.

Peningkatan reduksi biaya seiring dengan naiknya *increase order* disebabkan karena perusahaan akan berusaha memenuhi permintaan *end user* (pabrik) dengan tingkat probabilitas sebesar 90% dengan jumlah permintaan yang tidak pasti. Semakin pendek waktu kirim dan semakin tinggi persentase kesesuaian jenis dan jumlah *spare part* ROL yang diminta oleh *end user*, maka akan semakin tinggi nilai *increase order*. Ketidaksesuaian jumlah dan jenis *spare part* ROL yang diterima oleh *end user* akan mengakibatkan gangguan pada proses *maintenance* atau perbaikan pabrik. Proses *maintenance* atau kendala peralatan pabrik akan mengakibatkan *equipment breakdown* dan proses produksi tidak dapat berjalan, sehingga pabrik tidak dapat memproduksi. Hal ini, akan mengakibatkan menurunnya *profit* perusahaan. Sesuai dengan hasil *output fuzzy*, besar nilai *increase* yang digunakan untuk reduksi biaya teknologi RFID dan *barcode* adalah sama yaitu 4.32, 10.50, 12.50, dan 21.30% .

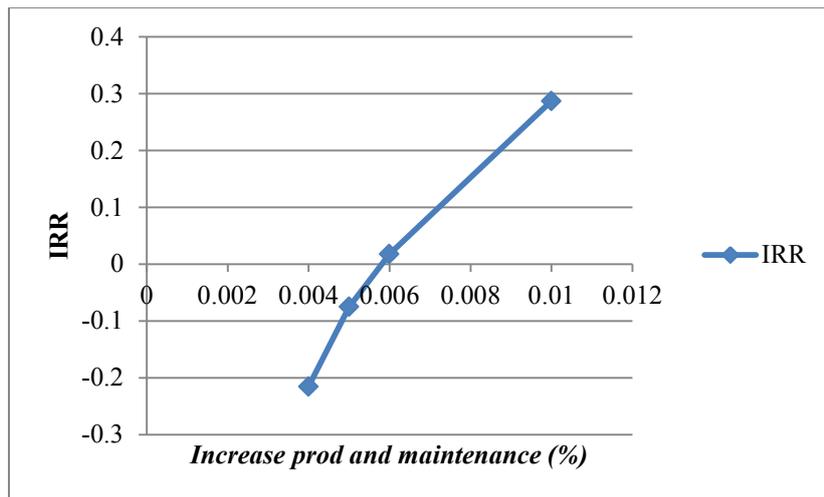
Selanjutnya, melihat pengaruh *increase productivity* dan *maintenance* terhadap total *benefit*, NPV, dan IRR untuk investasi teknologi Auto-ID. Gambar 5.4 sampai 5.6 merupakan grafik pengaruh dari *increase productivity* dan *maintenance* dengan total *benefit*, NPV, dan IRR. Nilai *increase productivity* dan *maintenance* di-set mulai dari terkecil hingga tertinggi untuk melihat pola grafik pada total *benefit*, NPV, dan IRR. Pada ketiga grafik menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai *increase productivity* dan *maintenance*, maka akan semakin tinggi pula total *benefit*, NPV, dan IRR yang didapatkan. Nilai *increase productivity* dan *maintenance* yang tinggi menunjukkan bahwa jumlah *stock out spare part* ROL kecil dan waktu tunggu barang sampai ke *end user* pendek. Dengan semakin cepatnya barang diterima oleh *end user*, maka akan semakin cepat pula proses *maintenance* pabrik dilakukan dan proses produksi akan berjalan dengan lancar.



Gambar 5.4 Hubungan Antara *Increase productivity* dan *Maintenance* dengan *Total Benefit*



Gambar 5.5 Hubungan antara *Increase productivity* dan *Maintenance* dengan NPV (Rp)



Gambar 5.6 Hubungan antara *Increase productivity* dan *Maintenance* dengan IRR (%)

Tabel 5.13 Hasil Perhitungan *Cost Benefit* Investasi Auto-ID

	RFID	Barcode
Total benefit (Rp)	1,462,642,632.83	269,614,104.90
NPV (Rp)	3,659,237,181.61	915,270,294.29
IRR (%)	29.00%	55.49%

Dengan menggunakan *discount rate* sebesar 10% dan rata-rata permintaan *critical spare part* ROL sebanyak 66,654 unit dengan standar deviasi 80776% didapatkan nilai total *benefit* sebesar Rp 1,462,764,326.60 untuk investasi RFID dan Rp 269,305,292.29 untuk investasi *barcode*. Dengan tingkat *discount rate* yang sama yaitu 10%, $NPV_{RFID} (3,659,844,069.75) > NPV_{barcode} (913,723,450.85)$, namun nilai persentase $IRR_{RFID} (29\%) < IRR_{barcode} (55\%)$. Berdasarkan nilai IRR, investasi teknologi *barcode* dapat memberikan tingkat kepastian terhadap keuntungan yang lebih dibandingkan dengan investasi RFID dengan waktu pengembalian modal lebih cepat dibandingkan dengan investasi RFID.

Dengan pengeluaran yang sama untuk biaya *inventory shrinkage*, tenaga kerja, dan *stock out* untuk kedua jenis teknologi, namun besar nilai yang tereduksi setelah melakukan investasi teknologi berbeda. Pada penelitian ini diasumsikan bahwa PT Petrokimia Gresik hanya akan memilih salah satu jenis teknologi untuk diimplementasikan pada gudang *spare part* ROL. Investasi teknologi Auto-ID pada gudang *spare part* ROL bertujuan untuk meningkatkan *profit* dan *benefit* perusahaan. Berdasarkan pada (Widodo & Miswanto, 1998) mengatakan bahwa pada kasus proyek *mutually exclusive*, proyek dengan NPV yang lebih besar yang seharusnya diterima. Sehingga berdasarkan hasil yang didapatkan pada penelitian ini, perusahaan bisa menerima proyek investasi teknologi RFID. Hal ini dikarenakan, dengan menerima proyek RFID perusahaan dapat menaikkan *profit* perusahaan sebesar Rp 5,483,616,760.28 (sebesar selisih NPV proyek investasi teknologi RFID dan *barcode*).

5.2.2 Analisa Hasil Simulasi Monte Carlo Investasi Auto-ID

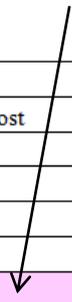
Simulasi Monte Carlo merupakan metode yang digunakan untuk menganalisa sistem yang mengandung resiko dan ketidakpastian. Pada penelitian ini, simulasi Monte Carlo digunakan untuk menghitung dan menganalisa distribusi NPV dari investasi Auto-ID dengan menggunakan nilai yang dipilih secara random dari distribusi probabilitas jumlah permintaan *spare part* ROL.

Simulasi untuk menghitung NPV pada investasi teknologi Auto-ID dilakukan dengan *Microsoft Excel*. Pengulangan simulasi dilakukan sebanyak 500 kali untuk meminimumkan kemungkinan *error* dari variabel random. Simulasi menghasilkan distribusi probabilitas untuk total *saving* dan total *benefit*. Total *benefit* merupakan jumlah dari total *saving*, *increase productivity* dan *maintenance* yang dikurangi dengan biaya *tag* yang dikeluarkan setiap tahunnya. Hasil simulasi total *saving* dan total *benefit* untuk investasi RFID dan *barcode* ditunjukkan pada Gambar 5.8, 5.9, 5.10, dan 5.11. Selanjutnya, distribusi NPV investasi RFID dan *barcode* dalam 5 tahun yang akan datang ditunjukkan pada Gambar 5.12 dan 5.13 dengan tingkat probabilitas *discount rate* (i) 10%, rata-rata permintaan *sparepart* ROL 60,954 unit, dan standar deviasi 913. Total *cost saving* dari reduksi biaya *inventory shrinkage*, tenaga kerja, dan *stock out* dihitung

dengan menggunakan Persamaan 4.2 sampai 4.5. Total *benefit* dihitung dengan menggunakan Persamaan 4.1, dan NPV dihitung dengan Persamaan 4.8. Besar nilai Q (permintaan aktual *spare part* ROL) dihitung dengan menggunakan:

$$\text{NORM.INV}(\text{R N D}(), \mu, \sigma)$$

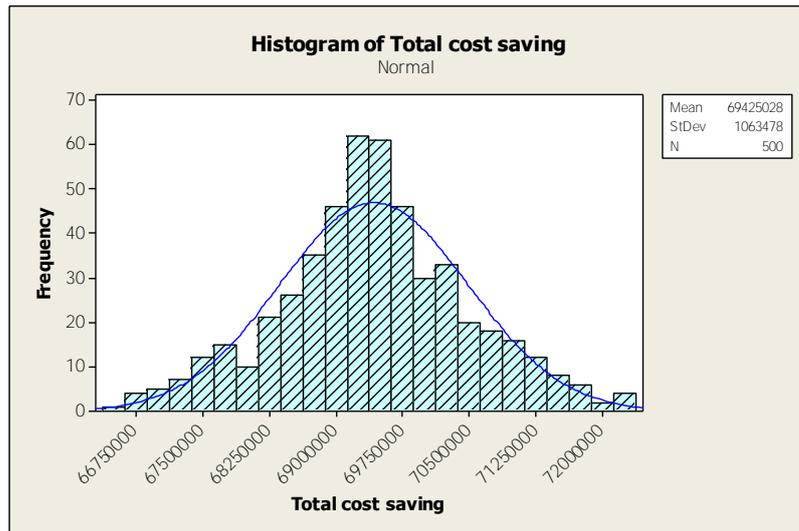
$$= \text{NORM.INV}(\text{RAND}(), 60954, 913)$$



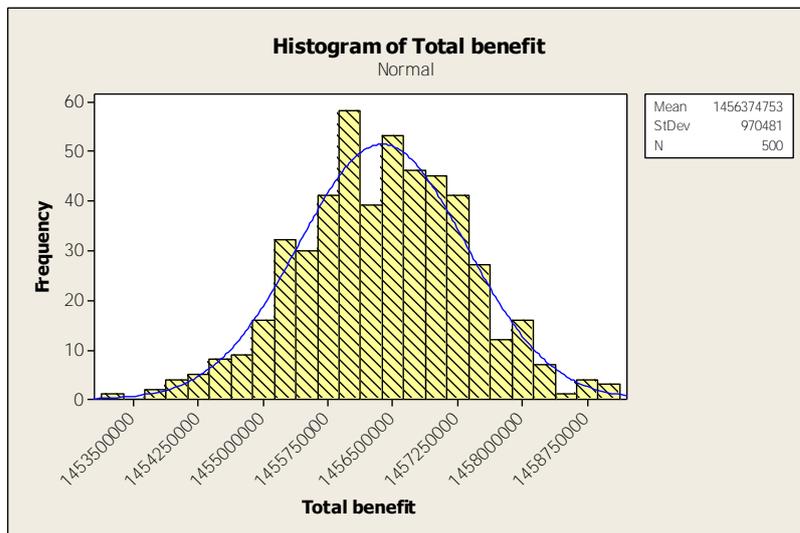
	Year 0	1	2	3	4	5
T.investment cost	3,653,571,582.00	452,647,314	452,647,314	452,647,314	452,647,314	452,647,314
T.saving	0	70051090.88	70051090.88	70051090.88	70051090.88	70051090.88
Net balance	(3,653,571,582.00)	(382,596,223.12)	(382,596,223.12)	(382,596,223.12)	(382,596,223.12)	(382,596,223.12)
DCF factor	1	0.909090909	0.826446281	0.751314801	0.683013455	0.620921323
Disc.Bal	(3,653,571,582)	(347,814,748)	(316,195,226)	(287,450,205)	(261,318,368)	(237,562,153)
Cum.disc.bal	(3,653,571,582)	(4,001,386,330)	(4,317,581,556)	(4,605,031,761)	(4,866,350,130)	(5,103,912,283)
Q (μ,σ)	-	60620.17474	61119.81085	61776.58927	61096.93983	59600.45547
d		21.30%	21.30%	21.30%	21.30%	21.30%
Q' (growth)		73,532	74,138	74,935	74,111	72,295
Inc.prod & main		1,839,512,971.80	1,839,512,971.80	1,839,512,971.80	1,839,512,971.80	1,839,512,971.80
Total Benefit (Rp)	(3,653,571,582.00)	1,456,916,748.68	1,456,916,748.68	1,456,916,748.68	1,456,916,748.68	1,456,916,748.68
NPV total benefit (Rp)	(3,653,571,582.00)	1,324,469,771.53	1,204,063,428.66	1,094,603,116.97	995,093,742.70	904,630,675.18
Σ NPV Tb	(3,653,571,582.00)	5,522,860,735.03				
NPV T.inv		1,869,289,153.03				
IRR		28.49%				

Gambar 5.7 Hasil Perhitungan

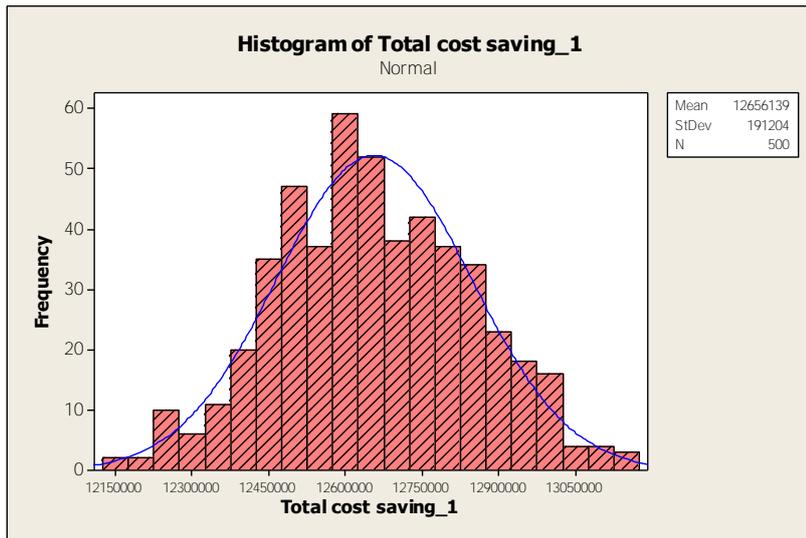
Permintaan aktual *spare part* ROL (Q) merupakan variabel dengan nilai random, hal ini dikarenakan adanya tingkat ketidakpastian permintaan *spare part* ROL. Perusahaan tidak dapat memastikan jumlah permintaan *spare part* ROL pada periode selanjutnya, karena *end user* bisa melakukan permintaan *spare part* ROL kapan saja saat terjadi problem pada mesin dan harus dilakukan perbaikan ataupun *maintenance*.



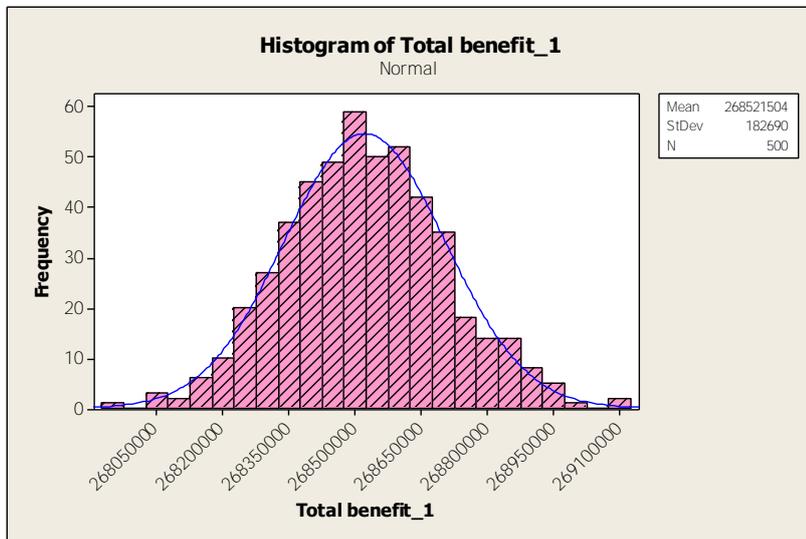
Gambar 5.8 *Histogram of Total Cost Saving (RFID)*



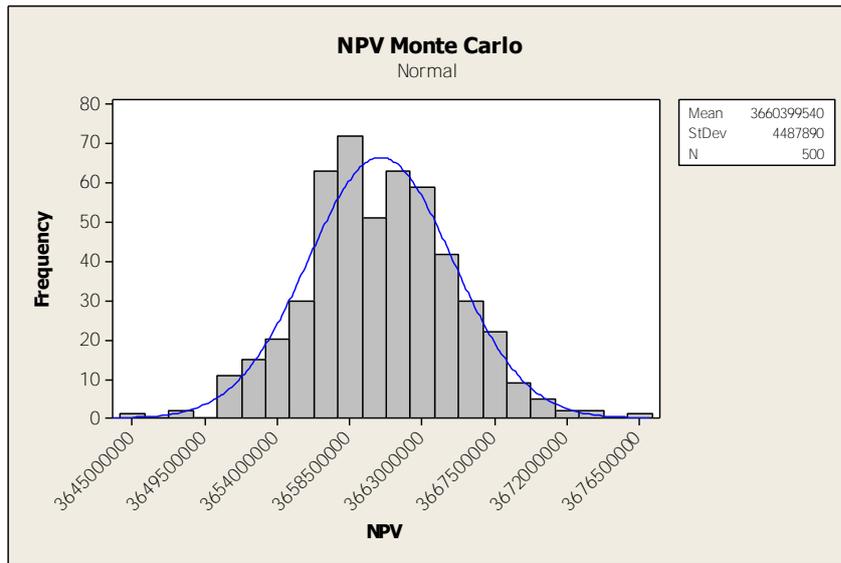
Gambar 5.9 *Histogram of Total Benefit (RFID)*



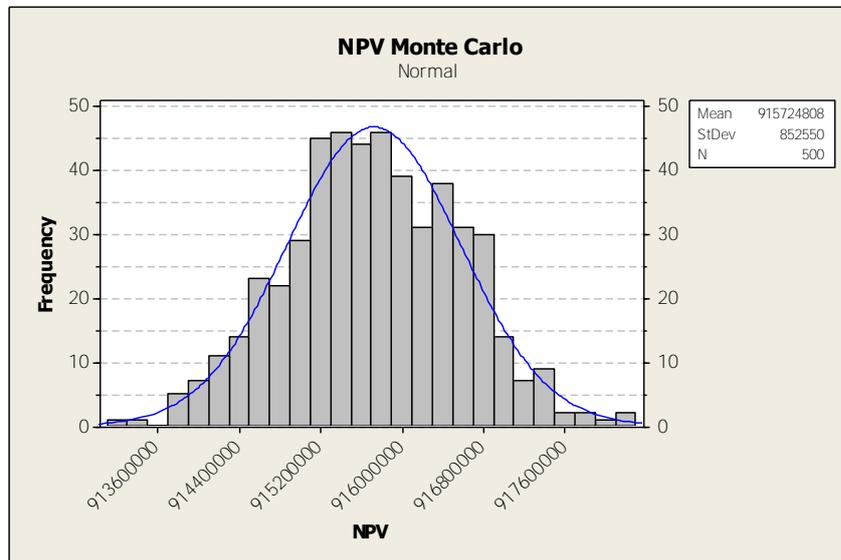
Gambar 5.10 *Histogram of Total Cost Saving (Barcode)*



Gambar 5.11 *Histogram of Total Benefit (Barcode)*



Gambar 5.12 *Histogram of NPV Monte Carlo Simulation (RFID)*



Gambar 5.13 *Histogram of NPV Monte Carlo Simulation (Barcode)*

Berdasarkan hasil simulasi, total *cost saving* untuk RFID yaitu antara Rp 66,750,000.00 dan Rp 72,000,000.00, dan total *benefit* untuk RFID antara Rp

1,453,500,000.00 dan Rp 1,458,750,000.00. Sedangkan, total *cost saving* untuk *barcode* yaitu antara Rp 12,150,000.00 dan Rp 13,050,000.00, dan total *benefit* untuk *barcode* antara Rp 268,050,000.00 dan Rp 269,100,000.00

Distribusi NPV dari investasi teknologi RFID memiliki nilai rata-rata Rp 3,660,399.54 dan standar deviasi Rp 4,487,890.00 dengan interval antara Rp 3,645,000,000.00 dan Rp 3,676,500,000.00, dan NPV dari investasi *barcode* memiliki nilai rata-rata Rp 915,724,808.00 dan standar deviasi Rp 852,550.00 dengan interval antara Rp 913,600,000.00 dan Rp 917,600,000.00.

Berdasarkan hasil simulasi yang didapatkan, dapat disimpulkan bahwa NPV investasi teknologi Auto-ID memberikan nilai yang positif dengan tingkat kepastian yang tinggi. Oleh sebab itu, manajer perusahaan dapat memutuskan untuk melakukan investasi pada teknologi RFID ataupun *barcode*.

5.2.3 Analisa Sensitivitas

Setelah melakukan perhitungan atau pengolahan data dengan menggunakan model yang diusulkan, tahap selanjutnya adalah melakukan analisa sensitivitas. Analisa sensitivitas dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh perubahan suatu sistem jika beberapa parameter diubah.

A. Sensitivitas Pengaruh Jumlah *Tag* Terhadap Peningkatan Total *Benefit*, NPV, Dan IRR

Pada penelitian ini melihat hubungan antara peningkatan jumlah *tag* yang digunakan untuk *critical spare part* ROL dan *increase productivity* dan *maintenance* terhadap total *benefit*, NPV, dan IRR untuk investasi teknologi RFID. Nilai *increase productivity* dan *maintenance* didapatkan dengan menggunakan metode *fuzzy rules based system* (FRBS) yang dihitung dengan *software* MATLAB R2009a. Analisis sensitivitas dilakukan dengan mengubah-ubah nilai parameter yang sangat berpengaruh pada peningkatan total *profit*, NPV, dan IRR. Nilai persentase parameter tersebut akan diubah-ubah dari nilai terkecil sampai terbesar, sehingga diketahui apakah dengan peningkatan atau nilai persentase yang tinggi pada kedua parameter akan menghasilkan nilai yang

maksimal. Semakin besar jumlah persentase *critical spare part* ROL yang diberi *tag* dan semakin tinggi peningkatan persentase *increase productivity* dan *maintenance*, maka akan terjadi peningkatan total *benefit*, NPV, dan IRR. Pada analisa sensitivitas tingkat *discount rate* adalah tetap yaitu 10%, biaya *tag* yang dikeluarkan pada setiap tahunnya adalah tetap yaitu 25% dari total biaya *tag* awal investasi, dan probabilitas *increase order* sama dengan 90%.

Tabel 5.14 Peningkatan Total *Benefit*, NPV, Dan IRR

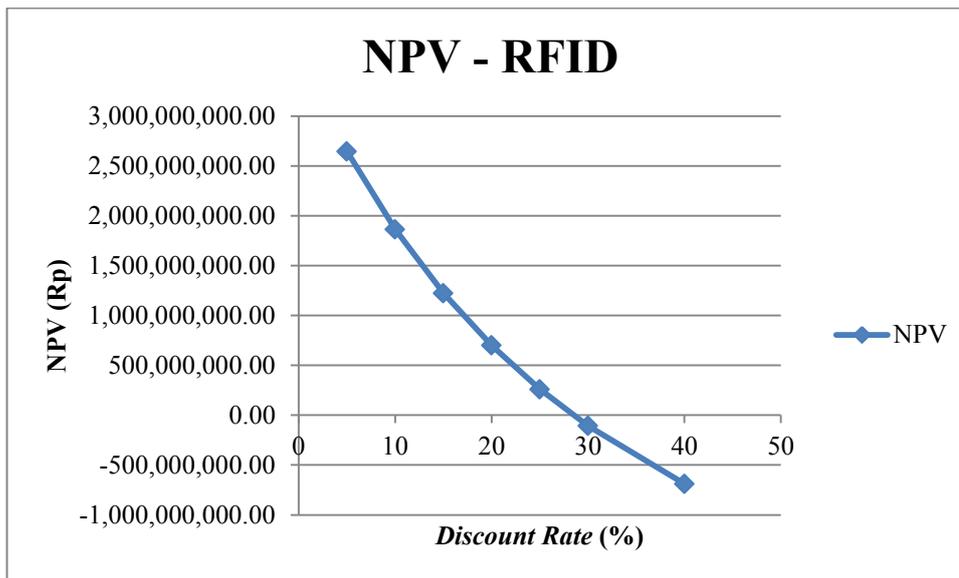
Jumlah Tag (%)	Increase Prod & Main (%)	Total Benefit (Rp)	NPV (Rp)	IRR (%)
15	0.01	1,237,626,147.52	1,622,514,570.70	11.07
10	0.006	769,505,764.80	183,693,625.27	1.73
5	0.004	559,763,922.17	43,869,565.65	0.53
1	0.001	286,817,052.48	-590,740,686.86	-10.54

Berdasarkan pada Tabel 5.16, diketahui bahwa dengan semakin meningkatnya jumlah *tag* dan *increase productivity* dan *maintenance*, nilai total *benefit*, NPV, dan IRR juga semakin besar. Dengan persentase jumlah *tag* hanya sebesar 1% dan *increase productivity* dan *maintenance* hanya 0.001% , besar nilai IRR adalah *negative* yaitu -10.54%. Dihasilkan peningkatan nilai IRR menjadi 11.07% dengan meningkatkan jumlah *tag* sebesar 15% dan *increase productivity* dan *maintenance* sebesar 0.01%. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa peningkatan jumlah penggunaan *tag* dan *increase productivity* dan *maintenance* mampu meningkatkan total *benefit*, NPV, dan IRR pada investasi teknologi Auto-ID.

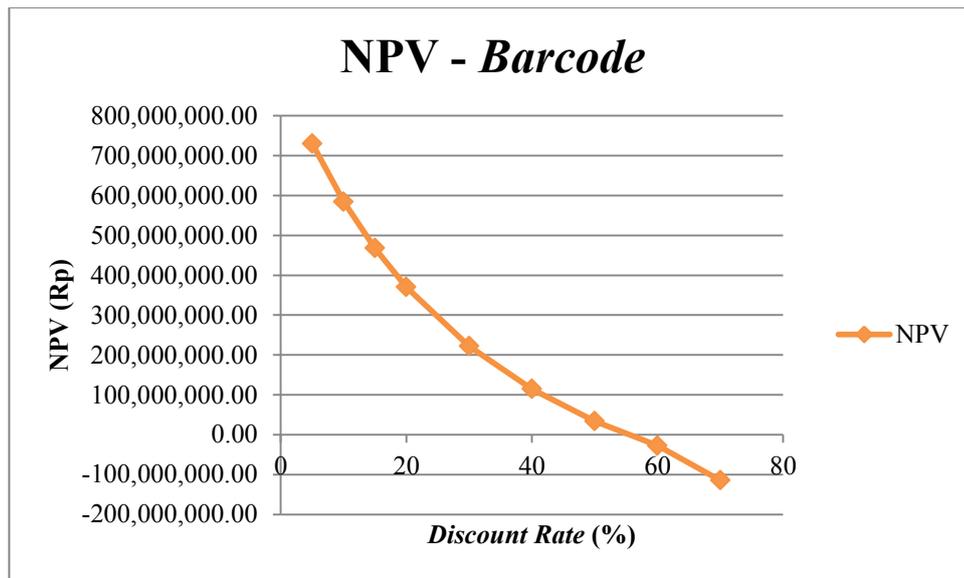
B. Sensitivitas *Discount Rate* Terhadap NPV

Gambar 5.14 dan 5.15, menggambarkan pengaruh tingkat *discount rate* terhadap nilai NPV investasi RFID dan *barcode*. Semakin besar tingkat *discount rate* yang digunakan, maka akan semakin kecil (negatif) nilai NPV pada investasi Auto-ID (berbanding terbalik). Nilai NPV positif akan memberikan *return* yang

baik, sedangkan nilai NPV negative akan merugikan perusahaan. Pada investasi teknologi RFID memiliki nilai NPV positif sampai tingkat *discount rate* bernilai 25%, dengan nilai *discount rate* 30% NPV akan bernilai *negative* yang berarti investasi akan merugikan perusahaan. Sedangkan, untuk investasi *barcode* memiliki nilai NPV sampai tingkat *discount rate* 50%. Investasi *barcode* lebih menghasilkan *return* yang lebih besar dan pengembalian modal yang lebih cepat.



Gambar 5.14 Pengaruh *Discount Rate* Terhadap NPV (RFID)



Gambar 5.15 Pengaruh Discount Rate Terhadap NPV (Barcode)

5.3 Keputusan Pemilihan *Supplier* RFID

Keputusan pemilihan *supplier* Auto-ID dilakukan oleh manajer perusahaan untuk memilih *supplier* yang sesuai dengan kondisi perusahaan dan juga sesuai dengan kriteria yang diinginkan. Pemilihan *supplier* yang tepat akan membantu meningkatkan *profit* perusahaan. Pada sub-bab ini menjelaskan kriteria dan sub-kriteria yang digunakan, alternatif *supplier*, dan pengolahan data untuk mendapatkan *supplier* mana yang akan terpilih sebagai *partner* dalam proses integrasi teknologi Auto-ID dengan sistem manajemen gudang *spare part* ROL. Pada penelitian ini solusi alternatif *supplier* yang digunakan yaitu alternatif *supplier* luar dan dalam negeri. Semua *supplier* menyediakan layanan pemasangan dan penjualan *equipment* teknologi RFID dan *barcode*.

5.3.1 Kriteria Evaluasi Pemilihan *Supplier* Auto-ID

Kriteria evaluasi pemilihan *supplier* RFID didapatkan berdasarkan data primer dan data sekunder. Data sekunder merupakan hasil dari wawancara dengan salah satu staf *junior* perusahaan yang paham mengenai teknologi Auto-ID. Wawancara dilakukan untuk menyesuaikan kriteria dan sub-kriteria yang

digunakan dengan kondisi dan kriteria yang diinginkan oleh perusahaan. Responden merupakan orang yang juga memahami mengenai pemilihan *supplier* dengan menggunakan metode AHP. Responden memberikan skala penilaian untuk matrik perbandingan yang kemudian digunakan untuk menghitung bobot pada masing-masing kriteria. Sebelumnya responden juga pernah menjadi supervisor untuk penelitian dengan menggunakan metode AHP untuk pemilihan *supplier spare part*. Pada penelitian ini dilakukan analisa sensitivitas untuk melihat apakah terjadi perubahan preferensi responden atau apakah keputusan berubah atau tidak jika responden diganti. Kriteria dan sub-kriteria yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 5.13. Wawancara hanya dilakukan dengan satu orang staf pada departemen pengadaan barang dan jasa PT Petrokimia Gresik, hal ini dikarenakan staf perusahaan banyak yang belum mengetahui dengan jelas apa itu RFID.

Tabel 5.15 Kriteria dan Sub-Kriteria Pemilihan *Supplier* Auto-ID

No	Kriteria	Sub-kriteria
1	Performansi <i>supplier</i>	Kredibilitas (S1)
		Keprofesionalan <i>supplier</i> (S2)
		Kinerja masa lalu (S3)
		Referensi pelanggan (S4)
		Kapabilitas (S5)
2	Layanan setelah pemasangan	Responsif (S6)
		System upgrade (S7)
		Garansi (S8)
3	Properti sistem Auto-ID	Total biaya yang dikeluarkan (S9)
		Fleksibilitas sistem (S10)

5.3.2 Solusi Alternatif *Supplier* Auto-ID

Solusi alternatif *supplier* Auto-ID didapatkan berdasarkan data primer hasil pencarian dengan menggunakan *Google*. Dilakukan pencarian terhadap *supplier-supplier* Auto-ID yang telah memiliki *experience* pada bidang teknologi Auto-ID dan telah memiliki banyak konsumen yang mampu meningkatkan *profit*

perusahaan dengan mengimplementasikan teknologi Auto-ID. Tabel berikut menunjukkan solusi *supplier* yang digunakan pada penelitian ini. Pada penelitian ini menggunakan empat *supplier* Auto-ID luar dan dalam negeri (Indonesia) yang dapat dijadikan sebagai pertimbangan untuk dipilih sebagai *supplier* Auto-ID yang dapat dipilih. Masing-masing *supplier* menyediakan layanan terbaik untuk konsumen dan menyediakan Auto-ID *equipment* dengan berbagai macam pilihan yang dapat disesuaikan dengan kondisi perusahaan.

Tabel 5.16 Solusi Alternatif *Supplier* Auto-ID Luar Negeri

<i>Supplier</i>	<i>Location</i>	<i>Experience</i>	<i>Success story</i>
PT P	U.S	<i>Engineering staff over 20 years of experience designing and deploying RFID tags</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Untagging rental asset management in the entertainment industry</i> - <i>Reducing, waste, increasing uptime for a tire manufacturer</i>
PT X	Austin, Texas	<ul style="list-style-type: none"> - <i>HID Global has over 2,200 employees worldwide and operates international offices that support more than 100 countries</i> - <i>Delivery of secure identity with over 2 billion RFID transponders in the field</i> - <i>GAO has over 20 years of experience delivering solutions to customers world wide</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Supply chain management</i> - <i>Returnable transport items</i> - <i>Process automation</i> - <i>Asset and waste management</i>
PT Y	Toronto, Canada	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Over 1000 systems in over 40 countries</i> 	<i>CompTIA RFID+™ certified professionals</i>
PT Z	Wellington	<i>A global leader in antenna research and development</i>	<i>Times-7 ia a finalist for the 2013 Red Herring Top 100 Asia awards</i>

Tabel 5.17 Solusi Alternatif *Supplier* Auto-ID Dalam Negeri

<i>Supplier</i>	<i>Location</i>	<i>Description</i>	<i>Advantage</i>
PT A Indonesia	Jakarta	Merupakan perusahaan, <i>distributor, reseller</i> , dan solusi RFID OEM. <i>Vast RFID implementation experiences</i> . Memiliki banyak pengalaman pada bidang implementasi pemerintahan dan perusahaan lokal. <i>Partners: Atid, BANNER, CSL Convergence, HID, Invengo, dan Tibbo Technology.</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Customized RFID solution for warehousing, manufacturing WIP tracking</i> - <i>Indoor and outdoor corporate asset tracking</i> - <i>Access control</i> - <i>People/ management tracking</i> - <i>Document management</i> - <i>Optional in-field testing of proposed hardware and software</i> - <i>Maximum efficiency and benefit at lower total cost</i>
PT B Indonesia	Jakarta	Merupakan perusahaan <i>holding</i> dan investasi dengan <i>experience</i> dan <i>stakeholder</i> terbaik, professional, terpercaya, dan bertanggungjawab.	<ul style="list-style-type: none"> - Segmen: perguruan tinggi, pemerintah, perusahaan manufaktur, <i>logistic</i>, dan industri <i>lifestyle</i> - Menyediakan berbagai sistem teknologi untuk segmen yang tersedia
PT C Indonesia	Jakarta	<i>Reseller</i> TI yang memimpin di bidang Auto-ID, jaringan nirkabel, sistem keamanan dan enterprise apps. <i>Partner: Zebra Tech., HP enterprise company, Honeywell, Winmate, Seuc, FORTINET, Alcatel-Lucent,</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Mampu meningkatkan efisiensi dan produktivitas untuk bisnis dan organisasi - <i>Outstanding partners award 2015</i> - Mitra terbaik Asia-

PointMobile, FARGO, dan brother at your side.

Menyediakan berbagai pilihan implementasi yaitu *RFID implementation, WLAN implementation, Security integration 802.1X, CCTV system, dan ACCESS control installation.*

Pasifik 2011

- Mitra terbaik ASEAN, Hong Kong, Taiwan Partner 2011
- Mitra terbaik Asia Tenggara 2008 & 2012
- Memiliki staf muda yang profesional dan manajer perusahaan yang berpengalaman

Tabel 5.17 Solusi Alternatif *Supplier* Auto-ID Dalam Negeri (lanjutan)

<i>Supplier</i>	<i>Location</i>	<i>Description</i>	<i>Advantage</i>
PT D Indonesia	Jakarta	Menyediakan penjualan dan pemasangan perangkat lunak dan perangkat keras (printer <i>barcode</i> , <i>hand labellers</i> , dan lain-lain) dan RFID <i>equipment</i> . Merupakan <i>member</i> dari GS1 Singapore, Singapore <i>chemical industry council</i> , dan Singapore <i>manufacturer federation</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Produksi sistem identifikasi yang inovatif dan handal - Merupakan pabrik pertama yang terdaftar pada bursa saham Tokyo di Jepang - Memiliki kantor penjualan dan dukungan di lebih dari 20 negara dan secara global dengan jaringan mitra kelas dunia

5.3.3 Pengolahan Data

Selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan menggunakan *software Expert Choice 2000*. Pengolahan data untuk *supplier* luar dan dalam negeri dilakukan secara terpisah.

A. Evaluasi Pemilihan *Supplier* Auto-ID Luar Negeri

Hasil pengolahan data untuk *supplier* luar negeri dengan metode AHP ditunjukkan pada Tabel sebagai berikut. Pembobotan untuk masing-masing kriteria dan sub-kriteria yaitu dengan menggunakan skala 1 sampai 9.

Tabel 5.18 Bobot Kriteria dan Sub-Kriteria

Kriteria	Bobot Kriteria	Sub-kriteria	Bobot Sub-kriteria	Bobot Absolute
Performansi vendor	0.603	Kredibilitas	0.068	0.041
		Keprofesionalan	0.341	0.206

		Kinerja masa lalu	0.121	0.073
		Referensi pelanggan	0.194	0.117
		Kapabilitas	0.278	0.168

Tabel 5.18 Bobot Kriteria dan Sub-Kriteria (lanjutan)

Kriteria	Bobot Kriteria	Sub-kriteria	Bobot Sub-kriteria	Bobot Absolute
Layanan setelah pemasangan	0.082	Responsif	0.571	0.047
		Sistem upgrade	0.143	0.012
		Garansi	0.286	0.023
Properti sistem	0.315	Total biaya	0.833	0.262
		Fleksibilitas sistem	0.167	0.053
Total				1.00

Berdasarkan Tabel 5.19 dapat dilihat bahwa bobot *absolute* tertinggi yaitu pada sub-kriteria total biaya dengan nilai sebesar 0.262. sedangkan, bobot terendah yaitu pada sub-kriteria sistem *upgrade* dengan nilai sebesar 0.012. Total biaya merupakan hal yang paling diperhatikan bagi perusahaan untuk memilih *supplier* yang tepat. Perusahaan akan memilih *supplier* yang mampu memberikan *cost effective* pada investasi RFID. Biaya yang dimaksud yaitu misalnya *supplier* memberikan demonstrasi *reader* dan *tag* pada beberapa jenis item untuk melihat jenis *reader* dan *tag* mana yang mampu memberikan performansi yang baik. Tidak semua *supplier* menyediakan layanan demonstrasi ini. *Cost effective* lainnya yaitu pada biaya *maintenance reader*. Apakah *supplier* menyediakan layanan garansi penggantian *reader* jika terjadi kerusakan atau kendala, apakah *supplier* menyediakan layanan perbaikan jika *reader* tidak terdeteksi oleh jaringan. Tidak semua *supplier* yang ada menyediakan layanan *cost effective* seperti yang diinginkan.

Tabel 5.19 *Ranking* Sub-Kriteria Pemilihan *Supplier* RFID

Sub-kriteria	Bobot global	Ranking
Total biaya	0.262	1

Keprofesionalan	0.206	2
Kapabilitas	0.168	3
Referensi pelanggan	0.117	4

Tabel 5.19 *Ranking Sub-Kriteria Pemilihan Supplier RFID (lanjutan)*

Sub-kriteria	Bobot global	Ranking
Kinerja masa lalu	0.073	5
Fleksibilitas sistem	0.053	6
Responsif	0.047	7
Kredibilitas	0.041	8
Garansi	0.023	9
Sistem <i>upgrade</i>	0.012	10

Berdasarkan pada Gambar 5.7 dapat dilihat bahwa alternatif *supplier* Vizinex RFID memiliki nilai yang paling tinggi pada kriteria performansi *supplier*. Hasil *pairwise comparison matrix* untuk semua kriteria dan sub-kriteria dapat dilihat pada Lampiran 9.

Alternative	Pairwise	Pairwise	Pairwise
	Performansi vendor Kredibilitas (L: .192)	Performansi vendor Keprofesionalan (L: .281)	Performansi vendor Kinerja masa lalu (L: .332)
<input checked="" type="checkbox"/> PTP	1.000	1.000	1.000
<input checked="" type="checkbox"/> PTX	.311	.193	.304
<input checked="" type="checkbox"/> PTY	.269	.452	.182
<input checked="" type="checkbox"/> PTZ	1.000	.952	.482

Gambar 5.16 *Pairwise Comparison Matrix* Kriteria Performansi *Supplier*

Selanjutnya, dilakukan uji konsistensi untuk semua kriteria dan sub-kriteria. Uji konsistensi bertujuan untuk menguji tingkat konsistensi matrik yang telah diolah. Rasio inkonsistensi data dianggap baik jika memiliki nilai $CR \leq 0.1$.

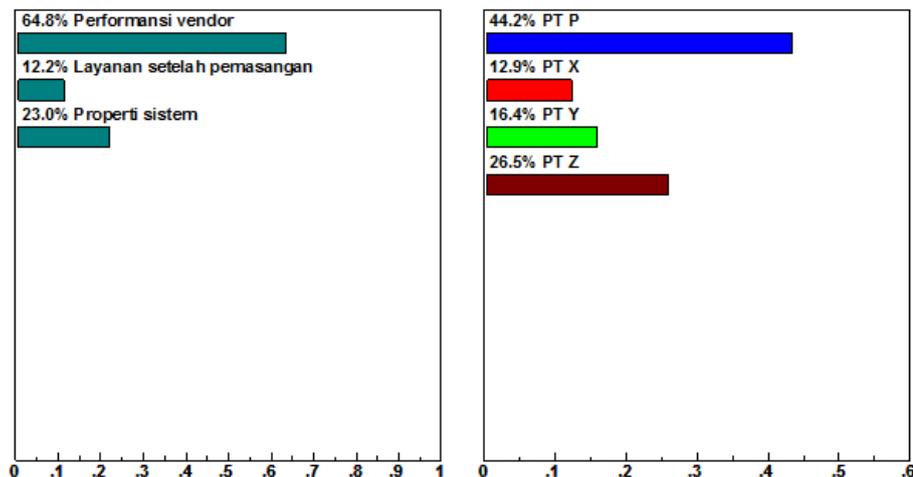
Tabel 5.17 merupakan hasil perhitungan nilai CR yang didapatkan. Berdasarkan hasil yang didapatkan, dapat disimpulkan bahwa perbandingan berpasangan yang diberikan oleh responden expert memiliki nilai rasio inkonsistensi lebih kecil dari 0.1. Sehingga, dapat dikatakan bahwa hasil pengolahan data dengan *software Expert Choice 2000* telah terpenuhi tingkat konsistensinya.

Tabel 5.19 Nilai CR Kriteria dan Sub-Kriteria

No	Matriks perbandingan elemen	CR
1	Evaluasi pemilihan <i>supplier (supplier)</i> RFID	0.00
2	Performansi <i>supplier</i>	0.05
3	Kredibilitas	0.00
4	Keprofesionalan	0.01
5	Kinerja masa lalu	0.03
6	Referensi pelanggan	0.00
7	Kapabilitas	0.01
8	Layanan setelah pemasangan	0.00
9	Responsif	0.01
10	Sistem <i>upgrade</i>	0.02
11	Garansi	0.01
12	Properti sistem	0.00
13	Total biaya	0.03
14	Fleksibilitas sistem	0.05

Setelah melakukan perhitungan, didapatkan nilai persentase bobot untuk masing-masing *supplier* Auto-ID. Gambar 5.8 menunjukkan bahwa *supplier* PT P memiliki nilai bobot yang paling tinggi yaitu sebesar 44.2% dibandingkan dengan tiga alternatif *supplier* lainnya. *Ranking* bobot global selanjutnya secara berurut adalah PT Z, PT Y, dan PT X, dengan bobot 26.5%, 16.4%, dan 12.9%. *Supplier* PT P memiliki nilai yang sesuai dengan yang diinginkan oleh perusahaan. Dengan kelebihan mampu memberikan *cost effective* kepada konsumen, *supplier* PT P mampu meningkatkan *profit* perusahaan sesuai dengan kondisi yang diinginkan oleh perusahaan. Selain itu, PT P juga menyediakan layanan *customize tag* yang

dapat disesuaikan dengan kondisi dan keinginan perusahaan. Sehingga, *supplier* PT P merupakan *supplier* terbaik yang dapat dipilih oleh manajer perusahaan.



Gambar 5.17 Bobot Solusi Alternatif *Supplier* Auto-ID

B. Evaluasi Pemilihan *Supplier* Auto-ID Dalam Negeri

Tabel berikut menunjukkan hasil pengolahan data untuk *supplier* dalam negeri dengan metode AHP. Berdasarkan bobot yang diberikan, *ranking* kriteria dari tertinggi hingga terendah sama dengan *ranking* kriteria pada solusi *supplier* luar negeri. Namun, untuk urutan *ranking* sub-kriteria terdapat perbedaan yaitu *ranking* pertama adalah keprofesionalan diikuti dengan total biaya. Hal ini dikarenakan, *expert* mengasumsikan bahwa total biaya untuk *provider* dalam negeri tidak semahal dengan total biaya luar negeri.

Supplier dalam negeri rata-rata menggunakan beberapa *partner* kerja yang sama, sehingga perbedaan biaya tidak terlalu jauh. Tingkat keprofesionalan merupakan hal yang sangat diperhatikan, karena diharapkan *supplier* mampu memberikan layanan yang memuaskan berdasarkan dengan tingkat pengalaman yang tinggi dan memiliki sertifikat penjualan dan pemasangan teknologi Auto-ID yang sesuai dengan standar.

Tabel 5.20 Bobot Kriteria dan Sib-kriteria *Supplier* Dalam Negeri

Kriteria	Bobot Kriteria	Sub-kriteria	Bobot Sub-kriteria	Bobot <i>Absolute</i>
Performansi vendor	0.603	Kredibilitas	0.062	0.037
		Keprofesionalan	0.399	0.241
		Kinerja masa lalu	0.273	0.165
		Referensi pelanggan	0.153	0.092
		Kapabilitas	0.113	0.068
Layanan setelah pemasangan	0.082	Responsif	0.571	0.047
		Sistem upgrade	0.143	0.012
		Garansi	0.286	0.023
Properti sistem	0.315	Total biaya	0.667	0.210
		Fleksibilitas sistem	0.333	0.105
Total				1.000

Tabel 5.21 *Ranking* Sub-kriteria *Supplier* Dalam Negeri

Sub-kriteria	Bobot <i>Absolute</i>	<i>Ranking</i>
Keprofesionalan	0.241	1
Total biaya	0.210	2
Kinerja masa lalu	0.165	3
Fleksibilitas sistem	0.105	4
Referensi pelanggan	0.092	5
Kapabilitas	0.068	6
Responsif	0.047	7
Kredibilitas	0.037	8
Garansi	0.023	9
Sistem <i>upgrade</i>	0.012	10

Selanjutnya, setelah dilakukan perhitungan bobot masing-masing kriteria didapatkan pairwise comparison matrix untuk masing-masing *supplier* seperti

yang digambarkan pada Gambar 5.9 berikut. Hasil pairwise comparison matrix secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 10.

Alternative	Pairwise	Pairwise	Pairwise
	Performansi vendor Kredibilitas (L: .062)	Performansi vendor Keprofesionalan (L: .399)	Performansi vendor Kinerja masa lalu (L: .273)
✓PT A Indonesia	.331	.536	.891
✓PT B Indonesia	.122	.289	.439
✓PT C Indonesia	1.000	1.000	1.000
✓PT D Indonesia	.302	.536	.279

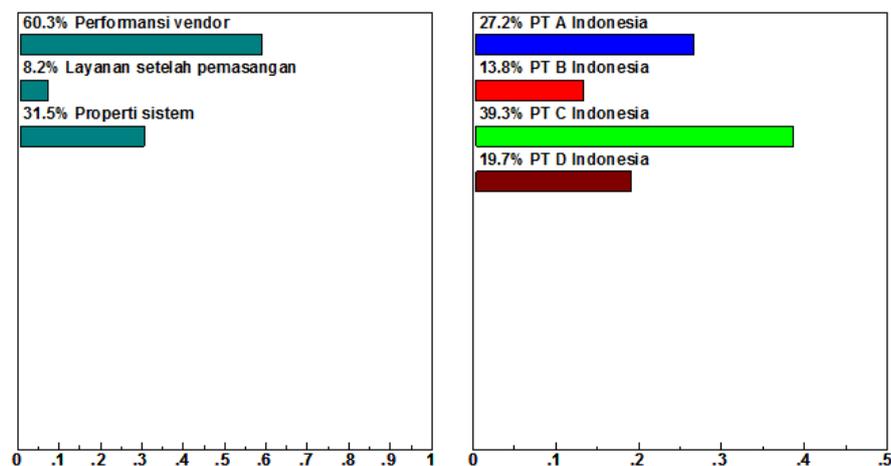
Gambar 5.18 *Pairwise Comparison Matrix* Kriteria Performansi *Supplier*

Perhitungan nilai CR untuk semua elemen matrik perbandingan disajikan pada Tabel 5.24 berikut. Berdasarkan hasil perhitungan semua kriteria dan sub-kriteria memiliki nilai $R \leq 0.$, sehingga tingkat inkonsistensi jawaban yang diberikan telah memenuhi syarat tingkat konsistensi.

Tabel 5.22 Nilai CR Kriteria dan Sub-kriteria

No	Matriks Perbandingan Elemen	CR
1	Evaluasi pemilihan <i>supplier</i> (vendor) RFID	0.00
2	Performansi vendor	0.03
3	Kredibilitas	0.05
4	Keprofesionalan	0.00
5	Kinerja masa lalu	0.02
6	Referensi pelanggan	0.00
8	Layanan setelah pemasangan	0.00
9	Responsif	0.02
10	Sistem upgrade	0.02
11	Garansi	0.00
12	Properti sistem	0.00
13	Total biaya	0.00
14	Fleksibilitas sistem	0.00

Setelah melakukan perhitungan, didapatkan nilai persentase bobot untuk masing-masing *supplier* Auto-ID. Gambar 5.10 menunjukkan bahwa nilai bobot tertinggi yaitu pada *supplier* PT C Indonesia dengan nilai sebesar 39.3%. *Ranking* bobot absolute selanjutnya secara berurut-turut adalah PT A, PT D Indonesia, kemudian PT B Indonesia, dengan bobot 27.2%, 19.7%, dan 13.8%. Dengan nilai bobot tertinggi dapat dikatakan bahwa sebagai penyedia layanan penjualan dan pemasangan teknologi Auto-ID yang telah memiliki banyak pengalaman dan *award*, *supplier* PT C Indonesia mampu memberikan *cost effective* kepada konsumen serta meningkatkan *profit* perusahaan sesuai dengan kondisi yang diinginkan oleh perusahaan. Dengan demikian, manajer perusahaan dapat menjadikan *supplier* PT C Indonesia sebagai solusi *supplier* Auto-ID terbaik.



Gambar 5.19 Bobot Solusi alternatif *Supplier* Auto-ID Dalam Negeri

5.3.4 Analisa Sensitivitas

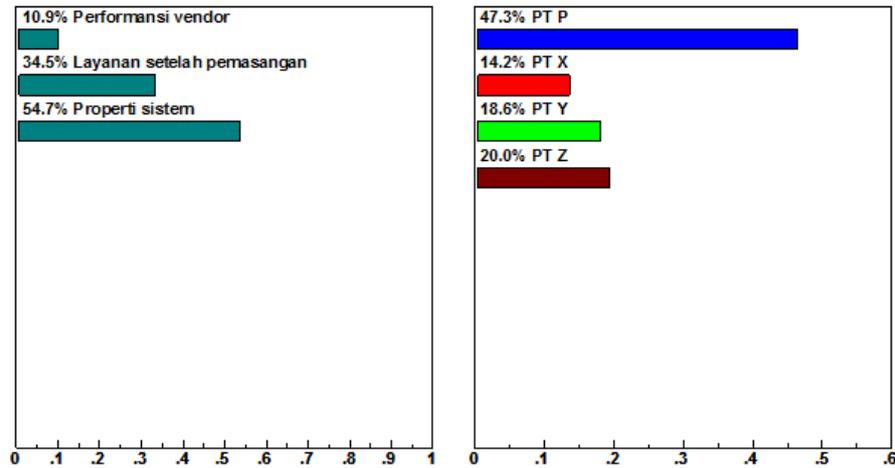
Analisa sensitivitas bertujuan untuk melihat apakah akan terjadi perubahan keputusan pemilihan alternatif *supplier* jika bobot salah satu sub-kriteria diubah.

A. Solusi *Supplier* Auto-ID Luar Negeri

Berdasarkan pada *ranking* sub-kriteria, nilai bobot 5 kriteria tertinggi secara berurut dari nilai tertinggi ke terendah yaitu pada sub-kriteria total biaya (0.262), keprofesionalan (0.206), kapabilitas (0.168), referensi pelanggan (0.117), dan kinerja masa lalu (0.073). Sedangkan, untuk nilai bobot 5 sub-kriteria terendah secara berurutan dari terendah ke tertinggi adalah sistem *upgrade* (0.012), garansi (0.023), kredibilitas (0.041), responsif (0.047), dan fleksibilitas sistem (0.053). Pada kondisi tersebut didapatkan bobot *absolute supplier* Vizinex RFID adalah prioritas yang paling tinggi yaitu dengan bobot sebesar 41.3%. Analisa sensitivitas akan dilakukan dengan menggunakan tiga skenario yaitu:

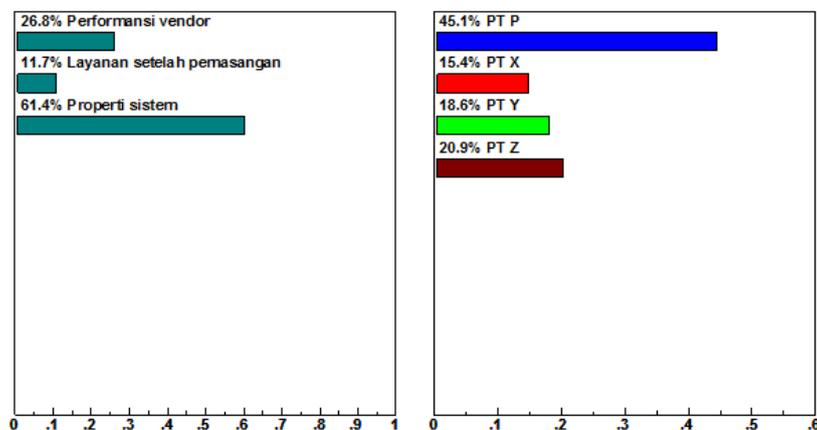
1. Skenario 1: Perubahan Bobot Kriteria

Pada skenario ini akan mengubah nilai bobot untuk tiga kriteria yang digunakan. Berdasarkan perhitungan sebelumnya, kriteria performansi vendor merupakan kriteria dengan bobot tertinggi. Sehingga, pada analisa sensitivitas ini akan dilakukan penurunan bobot performansi vendor untuk melihat apakah akan terjadi perubahan prioritas solusi *supplier* Auto-ID. Berdasarkan Gambar 5.18 menunjukkan bahwa prioritas tertinggi solusi *supplier* Auto-ID tidak berubah yaitu *supplier* PT P dengan nilai 47.3%. Prioritas selanjutnya yaitu PT Z, PT Y, dan PT X dengan persentase 20%, 18.6%, dan 14.2%. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa perubahan bobot prioritas performansi vendor dari 60.3% menjadi 10.9% tidak mempengaruhi prioritas *supplier* Auto-ID terpilih.



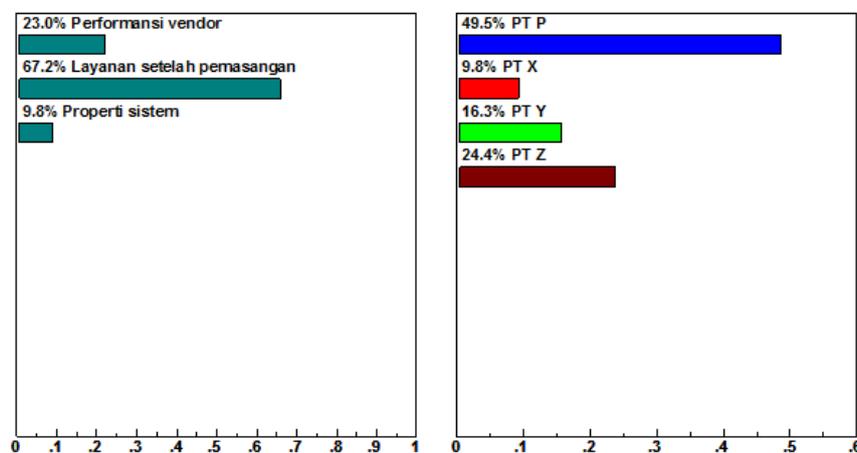
Gambar 5.20 Pengaruh Penurunan Bobot Kriteria Performansi Vendor Terhadap Urutan Prioritas *Supplier* Auto-ID

Analisa sensitivitas selanjutnya yaitu dilakukan peningkatan bobot pada kriteria properti sistem. Bobot kriteria properti sistem dinaikkan dari 0.315 menjadi 0.614. Berdasarkan pada Gambar 5.19, diketahui bahwa solusi *supplier* Auto-ID dengan nilai tertinggi tidak berubah yaitu tetap pada *supplier* PT P dengan nilai bobot 45.1%, kemudian PT Z, PT Y, dan PT X dengan persentase 20.9%, 18.6%, dan 15.4%. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa perubahan bobot prioritas properti sistem dari 31.5% menjadi 61.4% tidak mempengaruhi prioritas *supplier* Auto-ID terpilih.



Gambar 5.21 Pengaruh Peningkatan Bobot Kriteria Properti Sistem Terhadap Urutan Prioritas *Supplier* Auto-ID

Analisa sensitivitas selanjutnya yaitu dilakukan peningkatan bobot pada kriteria layanan setelah pemasangan. Bobot kriteria layana setelah pemasangan dinaikkan dari 0.082 menjadi 0.672. Berdasarkan pada Gambar 5.20, diketahui bahwa solusi *supplier* Auto-ID dengan nilai tertinggi tidak berubah yaitu tetap pada *supplier* PT P dengan nilai bobot 49.5%, kemudian PT Z, PT Y, dan PT X dengan persentase 24.4%, 16.3%, dan 9.8%. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa perubahan bobot prioritas layanan setelah pemasangan dari 8.2% menjadi 67.2% tidak mempengaruhi prioritas *supplier* Auto-ID terpilih.

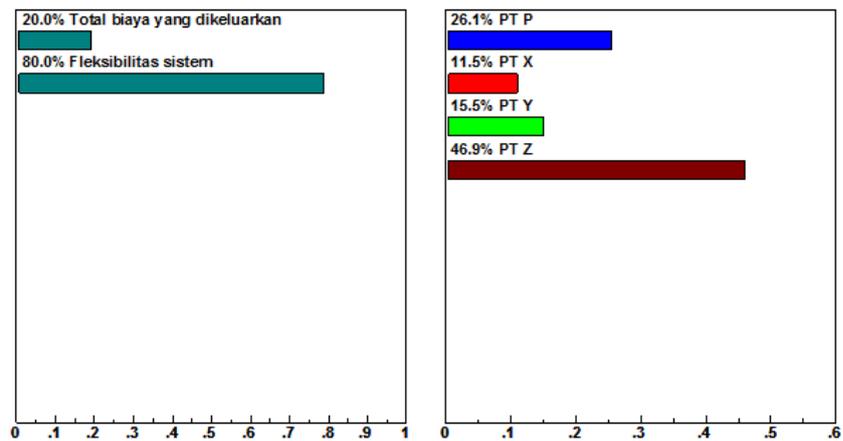


Gambar 5.22 Pengaruh Peningkatan Bobot Kriteria Layanan Setelah Pemasangan Terhadap Urutan Prioritas *Supplier* Auto-ID

2. Skenario 2: Perubahan Bobot Sub-kriteria

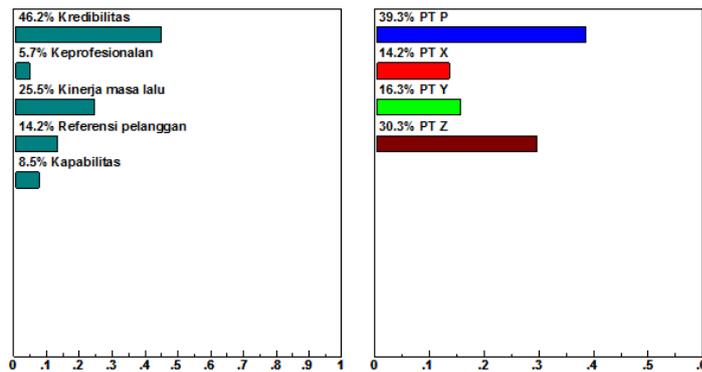
Skenario dua merupakan analisa sensitivitas dengan mengubah-ubah bobot sub-kriteria yang dilakukan berdasarkan dengan *ranking* tertinggi. Analisis sensitivitas pertama yaitu dilakukan pada sub-kriteria total biaya. Total biaya merupakan sub-kriteria *ranking* tertinggi dari seluruh sub-kriteria. Bobot total biaya akan diturunkan dari 0.833 menjadi 0.200 dengan nilai CR 0.00. Bobot

total biaya diturunkan, namun bobot fleksibilitas sistem naik. Dengan diturunkannya bobot total biaya terjadi perubahan urutan prioritas pemilihan *supplier* RFID. Nilai bobot prioritas *supplier* tertinggi pada kriteria properti sistem yaitu *supplier* PT Z 46.9%, kemudian PT P 26.1%, PT Y 15.5%, dan PT X 11.5%. Urutan prioritas *supplier* RFID ditunjukkan pada Gambar 5.21 sebagai berikut.



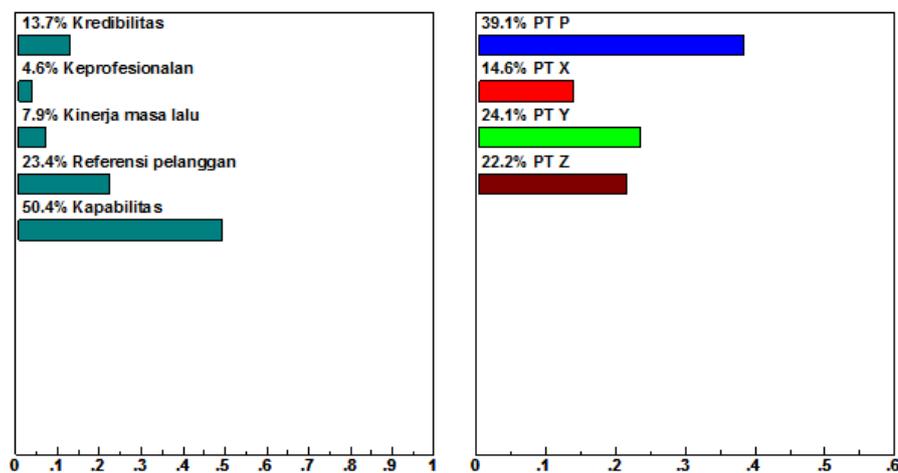
Gambar 5.23 Pengaruh Penurunan Bobot Total Biaya Terhadap Urutan Prioritas *Supplier* RFID

Analisa sensitivitas kedua yaitu mengubah bobot sub-kriteria keprofesionalan. Keprofesionalan merupakan sub-kriteria *ranking* tertinggi kedua setelah total biaya. Bobot keprofesionalan akan diturunkan dari 0.341 menjadi 0.057. Dengan diturunkannya bobot keprofesionalan terjadi perubahan urutan prioritas pemilihan *supplier* Auto-ID. Namun, prioritas tertinggi tetap pada *supplier* PT P 39.3%, kemudian PT Z 30.3%, PT Y 16.3%, dan PT X 14.2%. Urutan prioritas *supplier* RFID ditunjukkan pada Gambar 5.22 sebagai berikut.



Gambar 5.24 Pengaruh Penurunan Bobot Kepercayaan Terhadap Urutan Prioritas *Supplier* RFID

Analisa sensitivitas ketiga yaitu mengubah bobot sub-kriteria kapabilitas. Kapabilitas merupakan sub-kriteria *ranking* ketiga setelah total biaya dan kepercayaan. Bobot kapabilitas akan dinaikkan dari 0.292 menjadi 0.504. Dengan dinaikkannya bobot kapabilitas tidak terjadi perubahan urutan prioritas pemilihan *supplier* RFID. Prioritas tertinggi tetap pada *supplier* PT P 39.1%, kemudian PT Z 22.2%, PT Y 24.1%, dan PT X 14.6%. Urutan prioritas *supplier* Auto-ID ditunjukkan pada Gambar 5.23 sebagai berikut.



Gambar 5.25 Pengaruh Peningkatan Bobot Kapabilitas Terhadap Urutan Prioritas *Supplier* Auto-ID

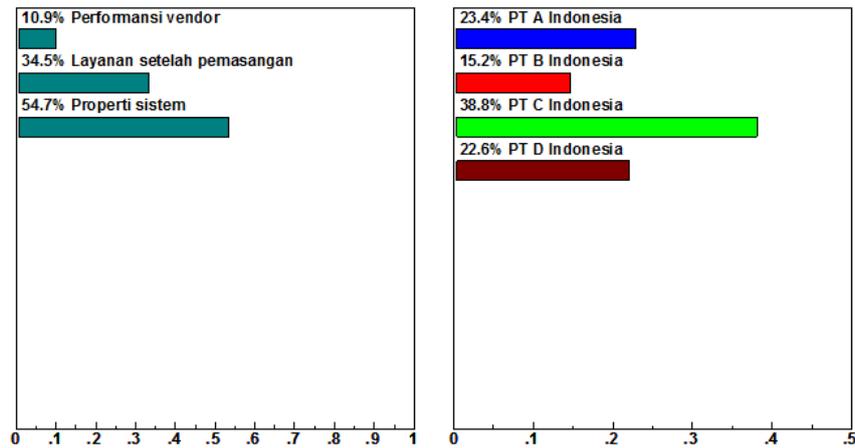
Berdasarkan analisa sensitivitas yang telah dilakukan dengan mengubah-ubah nilai bobot pada kriteria dan sub-kriteria, *supplier* PT P tetap sebagai prioritas dengan nilai tertinggi. Oleh sebab itu, dapat disimpulkan bahwa perubahan bobot kriteria dan sub-kriteria tidak mempengaruhi prioritas *supplier* terpilih. Atau dengan kata lain, dapat dikatakan bahwa nilai bobot sub-kriteria total biaya, keprofesionalan, dan kapabilitas merupakan sub-kriteria terkuat (*robust*) dibandingkan dengan sub-kriteria lainnya.

B. Solusi *Supplier* Auto-ID Dalam Negeri

Berdasarkan hasil yang didapatkan kriteria performansi vendor merupakan kriteria *ranking* pertama dengan nilai 0.603, kemudian kriteria properti sistem 0.315 dan kriteria layanan setelah pemasangan 0.082. Pada analisa sensitivitas ini akan mengubah-ubah nilai bobot ketiga kriteria tersebut dan juga tiga sub-kriteria dengan nilai bobot tertinggi. Tiga sub-kriteria yang akan diubah yaitu keprofesionalan 0.241, total biaya 0.210, dan kinerja masa lalu 0.165.

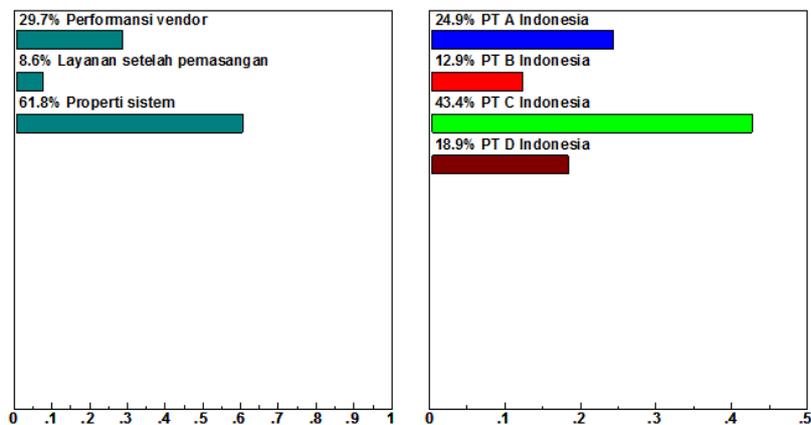
1. Skenario 1: Perubahan Bobot Kriteria

Analisa sensitivitas pertama yaitu menurunkan nilai bobot kriteria performansi vendor dari 0.603 menjadi 0.135. Dengan diturunkannya bobot performansi vendor didapatkan hasil yang digambarkan pada Gambar 5.24 berikut. Berdasarkan hasil tersebut menunjukkan bahwa prioritas solusi *supplier* Auto-ID tidak berubah yaitu *supplier* PT C Indonesia dengan nilai 38.8%, kemudian PT A 23.4%, PT D 22.6%, dan PT B 15.2%. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa perubahan bobot prioritas performansi vendor dari 60.3% menjadi 10.9% tidak mempengaruhi prioritas *supplier* Auto-ID terpilih.



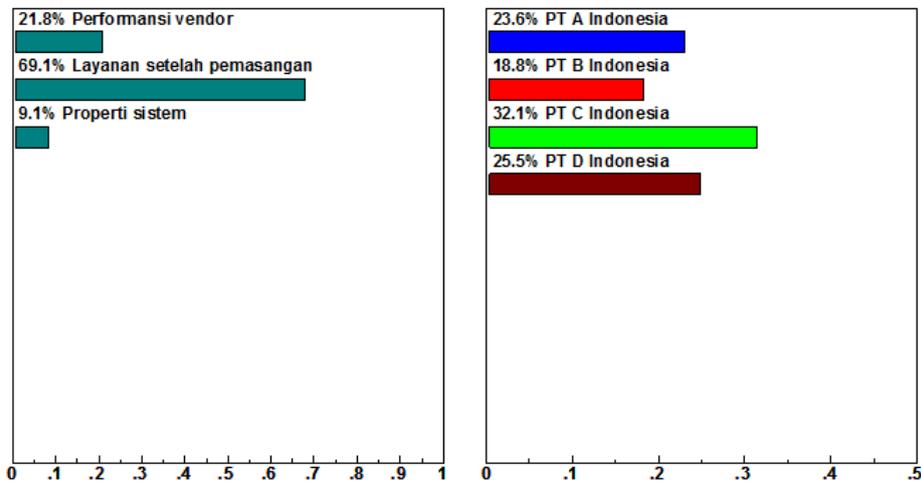
Gambar 5.26 Pengaruh Penurunan Bobot Kriteria Performansi Vendor Terhadap Urutan Prioritas *Supplier* Auto-ID

Analisa sensitivitas selanjutnya yaitu dilakukan peningkatan bobot pada kriteria properti sistem. Bobot kriteria properti sistem dinaikkan dari 0.315 menjadi 0.618. Berdasarkan pada Gambar 5.25, diketahui bahwa solusi *supplier* Auto-ID dengan nilai tertinggi tidak berubah yaitu tetap pada *supplier* PT C 43.4%, kemudian PT A 24.9%, PT D 18.9%, dan PT B 12.9%. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa perubahan bobot prioritas performansi vendor dari 31.5% menjadi 61.8% tidak mempengaruhi prioritas *supplier* Auto-ID terpilih.



Gambar 5.27 Pengaruh Peningkatan Bobot Kriteria Properti Sistem Terhadap Urutan Prioritas *Supplier* Auto-ID

Analisa sensitivitas kriteria ketiga yaitu dilakukan peningkatan bobot pada kriteria layanan setelah pemasangan. Bobot kriteria layanan setelah pemasangan dinaikkan dari 0.082 menjadi 0.691. Berdasarkan pada Gambar 5.26, diketahui bahwa tidak terjadi perubahan prioritas solusi *supplier* Auto-ID . Prioritas dengan nilai tertinggi tetap yaitu *supplier* PT C 32.1%, kemudian PT D 25.5%, PT A 23.6%, dan PT B 18.8%. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa perubahan bobot prioritas performansi vendor dari 8.2% menjadi 69.1% tidak mempengaruhi prioritas *supplier* Auto-ID terpilih.

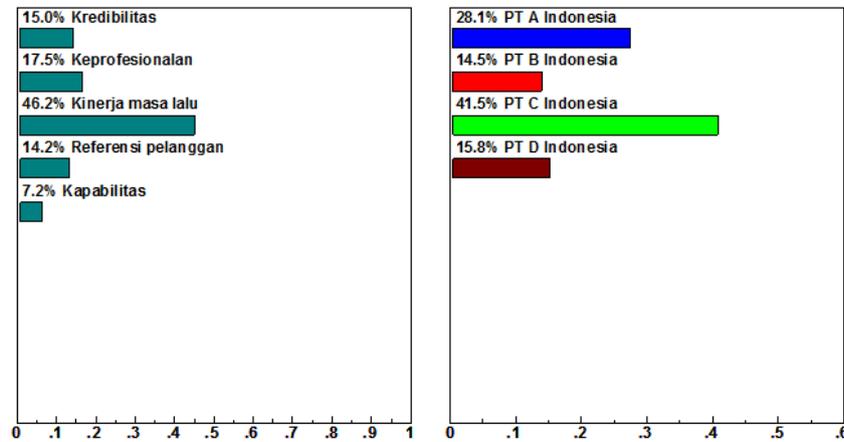


Gambar 5.28 Pengaruh Peningkatan Bobot Kriteria Layanan Setelah Pemasangan Terhadap Urutan Prioritas *Supplier* Auto-ID

2. Skenario 2: Perubahan Bobot Sub-kriteria

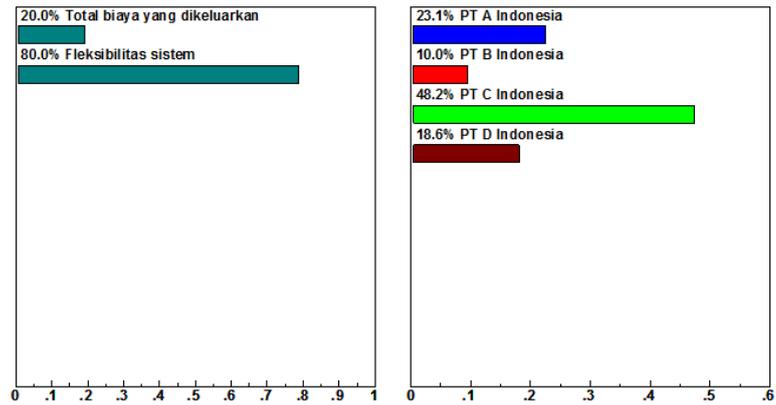
Skenario dua merupakan analisa sensitivitas dengan mengubah-ubah bobot sub-kriteria yang dilakukan berdasarkan dengan *ranking* tertinggi pada nilai bobot *absolute*. Analisis sensitivitas pertama yaitu dilakukan pada sub-kriteria keprofesionalan. Bobot keprofesionalan diturunkan dari 0.399 menjadi 0.175. Berdasarkan pada Gambar 5.27, diketahui bahwa tidak terjadi perubahan prioritas solusi *supplier* Auto-ID . Prioritas dengan

nilai tertinggi tetap yaitu *supplier* PT C 41.5%, kemudian PT A 28.1%, PT D 15.8%, dan PT B 14.5%. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa perubahan bobot prioritas keprofesionalan dari 39.9% menjadi 17.5% tidak mempengaruhi prioritas *supplier* Auto-ID terpilih.



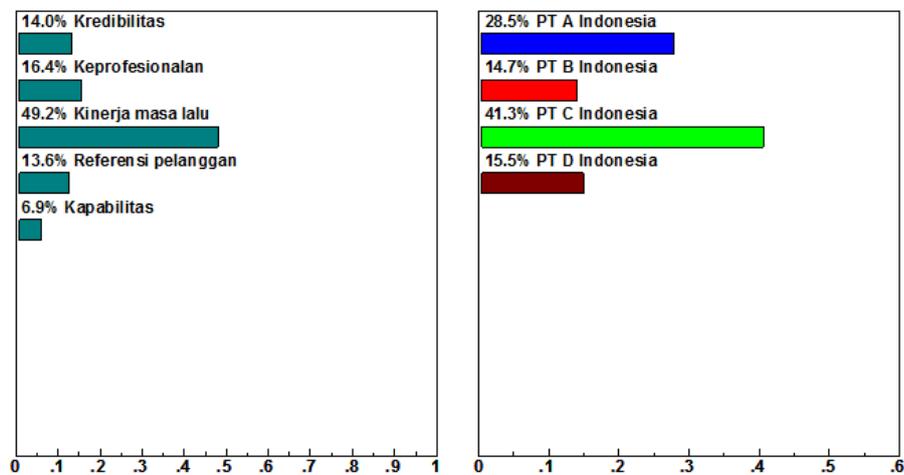
Gambar 5.29 Pengaruh Penurunan Bobot Keprofesionalan Terhadap Urutan Prioritas *Supplier* Auto-ID

Analisis sensitivitas kedua yaitu dilakukan pada sub-kriteria total biaya. Bobot total biaya diturunkan dari 0.667 menjadi 0.200. Berdasarkan pada Gambar 5.28, diketahui bahwa tidak terjadi perubahan prioritas solusi *supplier* Auto-ID. Prioritas dengan nilai tertinggi tetap yaitu *supplier* PT C 48.2%, kemudian PT A 23.1%, PT D 18.6%, dan PT B 10.0%. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa perubahan bobot prioritas total biaya dari 66.7% menjadi 20.0% tidak mempengaruhi prioritas *supplier* Auto-ID terpilih.



Gambar 5.30 Pengaruh Penurunan Bobot Total Biaya Terhadap Urutan Prioritas *Supplier* Auto-ID

Analisis sensitivitas ketiga yaitu dilakukan pada sub-kriteria kinerja masa lalu. Bobot kinerja masa lalu dinaikkan dari 0.273 menjadi 0.492. Berdasarkan pada Gambar 5.29, diketahui bahwa tidak terjadi perubahan prioritas solusi *supplier* Auto-ID . Prioritas dengan nilai tertinggi tetap yaitu *supplier* PT C 41.3%, kemudian PT A 28.5%, PT D 15.5%, dan PT B 14.7%. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa perubahan bobot prioritas kinerja masa lalu dari 27.3% menjadi 49.2% tidak mempengaruhi prioritas *supplier* Auto-ID terpilih.



Gambar 5.31 Pengaruh Peningkatan Bobot Kinerja Masa Lalu Terhadap Urutan Prioritas *Supplier* Auto-ID

Berdasarkan analisa sensitivitas yang telah dilakukan dengan mengubah-ubah nilai bobot pada kriteria dan sub-kriteria, *supplier* ACS Group tetap sebagai prioritas dengan nilai tertinggi. Oleh sebab itu, dapat disimpulkan bahwa perubahan bobot kriteria dan sub-kriteria tidak mempengaruhi prioritas *supplier* terpilih. Atau dengan kata lain, dapat dikatakan bahwa nilai bobot kriteria dan sub-kriteria keprofesionalan, total biaya, dan kinerja masa lalu merupakan sub-kriteria terkuat (*robust*) dibandingkan dengan sub-kriteria lainnya.

LAMPIRAN 1

Data Spare Part Rol

N O	Pa rt No	stoc k no	ASS ET_ CLAS S	Kelompok Barang	MNF	NAMA BARANG	KONTR AK	S A T	Total Of QTY_ ONH AND	ASSIG N	AVAILAB LE	2011	2012	2013	2014	μ		
1	87 03. 8	206 90.4	RO	ADAPTER SLEEVE	FAG	ADAPTER, SLEEVE,B EARING -- H2310 -- FAG	KONTRA K - GRAHA SARANA	BI JI	10	0	10	4	10			7	60, 954 .42	μ
2	82 7.8	143 9.9	RO	ADAPTER SLEEVE	FAG	ADAPTER, SLEEVE,B EARING -- H311 -- FAG	KONTRA K - GRAHA SARANA	BI JI	116	42	74	177	214	258	239	222	913 .34 17	σ
3	22 8.8	502. 5	RO	ADAPTER SLEEVE	SKF	ADAPTER, SLEEVE,B EARING -- H218 -- SKF	KONTRA K PANCAP UTRA S	BI JI	7	0	7				2	2		
4	24 50 1	579 65.6	RO	ADAPTER SLEEVE	SKF	ADAPTER, SLEEVE,B EARING -- H2322 -- SKF	KONTRA K PANCAP UTRA S	BI JI	9	4	5	3	10	6	4	5.75		
5	23 13 6.8	553 57.8	RO	ADAPTER SLEEVE	SKF	ADAPTER, SLEEVE,B EARING -- H319 -- SKF	KONTRA K PANCAP UTRA S	BI JI	3	0	3	17	16	13		15.333 33		

Data Spare Part Rol (lanjutan)

NO	Part No	stoc k no	ASS ET_ CL ASS	Kelompok Barang	MNF	NAMA BARANG	SAT	Total Of QTY_ONHAND	ASS IGN	AVAI LABLE	2011	2012	2013	2014	μ
.
279	211 13.8	516 80.7	RO	CHEMICAL PLANT	GENERAL	CHLORINE -- CHLORINE- 900KG -- GENERAL	BIJI	3	0	3	180	143	88	86	124. 25
280	211 13.8	516 80.7	RO	CHEMICAL PLANT	GENERAL	CHLORINE -- CHLORINE- 900KG -- GENERAL	BIJI	3	0	3	180	143	88	86	124. 25
281	183 90.8	453 01.9	RO	GAS	GENERAL	ARGON,TEHNI CAL -- ARGON GAS PURE- 150KG/CM2- 7M3 -- GENERAL	BIJI	12	0	12	80	165	68	102	103. 75
282	183 90.8	453 01.9	RO	GAS	GENERAL	ARGON,TEHNI CAL -- ARGON GAS PURE- 150KG/CM2- 7M3 -- GENERAL	BIJI	12	0	12	80	165	68	102	103. 75

LAMPIRAN 2

Hasil Perhitungan Total *Benefit*, NPV, dan IRR Investasi RFID

Sparepart	
discount rate	10%
μ	60,954
σ	91334%

Hasil Perhitungan Total *Benefit*, NPV, dan IRR Investasi RFID

	year 0	1	2	3	4	5
Hardware	1,915,075,582.00	452,647,314.00	452,647,314.00	452,647,314.00	452,647,314.00	452,647,314.00
Middleware	407,460,000.00	0	0	0	0	0
Software	135,820,000.00	0	0	0	0	0
Service	1,195,216,000.00	0	0	0	0	0
Total cost	3,653,571,582.00	452,647,314	452,647,314	452,647,314	452,647,314	452,647,314
Reduced inventory shrinkage cost	-	23,214,934.98	23,214,934.98	23,214,934.98	23,214,934.98	23,214,934.98
Reduced labor cost	-	32,211,752.31	32,211,752.31	32,211,752.31	32,211,752.31	32,211,752.31
Reduced stock out cost	-	14,982,210.38	14,982,210.38	14,982,210.38	14,982,210.38	14,982,210.38
Total saving	0	70,408,897.66	70,408,897.66	70,408,897.66	70,408,897.66	70,408,897.66
Net balance	(3,653,571,582.00)	(382,238,416.34)	(382,238,416.34)	(382,238,416.34)	(382,238,416.34)	(382,238,416.34)
DCF factor	1	0.91	0.83	0.75	0.68	0.62
Disc. Balance	(3,653,571,582)	(347,489,469)	(315,899,518)	(287,181,380)	(261,073,982)	(237,339,983)

Hasil Perhitungan Total *Benefit*, NPV, dan IRR Investasi RFID (lanjutan)

	year 0	1	2	3	4	5
Cum. Disc. Balance	(3,653,571,582)	(4,001,061,051)	(4,316,960,569)	(4,604,141,949)	(4,865,215,930)	(5,102,555,913)
Q (μ, σ)	-	59,489.89	60,797.91	59,526.51	61,381.08	60,298.85
d		21.30%	21.30%	21.30%	21.30%	21.30%
Q' (growth)		72,161	73,748	72,206	74,455	73,143
Increasing prod & maintenance/year (benefit) (Rp)		1,839,512,971.8 0	1,839,512,971.8 0	1,839,512,971.8 0	1,839,512,971.8 0	1,839,512,971.8 0
Total Benefit (Rp)	(3,653,571,582.00)	1,457,274,555.4 6	1,457,274,555.4 6	1,457,274,555.4 6	1,457,274,555.4 6	1,457,274,555.4 6
NPV total benefit (Rp)	(3,653,571,582.00)	1,324,795,050.4 2	1,204,359,136.7 4	1,094,871,942.4 9	995,338,129.54	904,852,845.04
Σ NPV Tb		5,524,217,104.2 2				
NPV total investment		1,870,645,522.2 2				
IRR		28.50%				
		16.82%				

LAMPIRAN 3

Hasil Perhitungan Total *Benefit*, NPV, dan IRR Investasi *Barcode*

Sparepart	
discount rate	10%
μ	60,954
σ	91334%

Hasil Perhitungan Total *Benefit*, NPV, dan IRR Investasi *Barcode*

	year 0	1	2	3	4	5
Hardware	175,967,511.18	418,955.70	418,955.70	418,955.70	418,955.70	418,955.70
Middleware	128,034,000.00	0	0	0	0	0
Software	14,588,193.96	0	0	0	0	0
Service	113,808,000.00	0	0	0	0	0
Total cost	432,397,705.14	418,955.70	418,955.70	418,955.70	418,955.70	418,955.70
Reduced inventory shrinkage cost	-	4,175,378.08	4,175,378.08	4,175,378.08	4,175,378.08	4,175,378.08
Reduced labor cost	-	5,793,522.34	5,793,522.34	5,793,522.34	5,793,522.34	5,793,522.34
Reduced stock out cost	-	2,694,661.55	2,694,661.55	2,694,661.55	2,694,661.55	2,694,661.55
Total saving	0	12,663,561.97	12,663,561.97	12,663,561.97	12,663,561.97	12,663,561.97
Net balance	(432,397,705.14)	12,244,606.27	12,244,606.27	12,244,606.27	12,244,606.27	12,244,606.27
DCF factor	1	0.91	0.83	0.75	0.68	0.62
Disc. Balance	(432,397,705)	11,131,460	10,119,509	9,199,554	8,363,231	7,602,937
Cum. Disc. Balance	(432,397,705)	(421,266,245)	(411,146,736)	(401,947,182)	(393,583,951)	(385,981,014)

Hasil Perhitungan Total *Benefit*, NPV, dan IRR Investasi *Barcode* (lanjutan)

	year 0	1	2	3	4	5
D(μ, σ)	-	60793.66	61927.70	60322.21	61438.53	60771.52
d		21.30%	21.30%	21.30%	21.30%	21.30%
Q'		73,743	75,118	73,171	74,525	73,716
Increasing prod & maintenance/year (benefit) (Rp)		256,278,897.00	256,278,897.00	256,278,897.00	256,278,897.00	256,278,897.00
Total Benefit (Rp)	(432,397,705.14)	268,523,503.27	268,523,503.27	268,523,503.27	268,523,503.27	268,523,503.27
NPV total benefit (Rp)	-432397705.1	244,112,275.70	221,920,250.63	201,745,682.39	183,405,165.81	166,731,968.92
Σ NPV Tb		1,017,915,343.46				
NPV total investment		585,517,638.32				
IRR		55.21%				
		41.10%				

LAMPIRAN 4

Simulasi Monte Carlo NPV RFID

Sample	NPV	Sample	NPV
1	1,459,402,824.92	251	1,868,556,879.36
2	1,864,571,579.53	252	1,873,498,729.20
3	1,864,921,147.38	253	1,866,783,665.29
4	1,865,997,130.28	254	1,867,130,923.77
5	1,863,313,134.22	255	1,872,789,012.69
6	1,859,952,317.41	256	1,867,702,623.06
7	1,866,190,305.04	257	1,867,919,137.06
8	1,867,810,585.67	258	1,865,804,559.49
9	1,865,654,766.70	259	1,861,580,551.21
10	1,864,606,910.75	260	1,869,826,689.90
11	1,868,711,825.88	261	1,872,800,345.66
12	1,866,204,545.06	262	1,864,767,357.18
13	1,868,261,974.69	263	1,866,975,004.58
14	1,864,982,262.28	264	1,863,010,728.37
15	1,864,917,661.83	265	1,868,378,538.18
16	1,864,685,831.68	266	1,865,729,932.60
17	1,861,121,200.18	267	1,869,152,447.36
18	1,865,636,504.01	268	1,863,572,791.18
19	1,869,662,482.20	269	1,861,860,858.41
20	1,871,315,798.19	270	1,863,066,187.18
21	1,864,787,410.71	271	1,867,448,203.91
22	1,870,373,811.78	272	1,875,994,231.96
23	1,871,957,154.24	273	1,876,495,183.02
24	1,866,736,540.73	274	1,864,989,877.05
25	1,875,120,692.26	275	1,863,730,959.01
26	1,868,059,336.22	276	1,871,326,317.80
27	1,864,724,740.12	277	1,867,847,697.57
28	1,873,502,855.25	278	1,870,211,300.50
29	1,865,915,064.42	279	1,860,223,291.23
30	1,872,479,530.79	280	1,860,573,388.19
31	1,869,446,209.54	281	1,868,347,581.55
32	1,859,909,003.60	282	1,863,543,663.41
33	1,872,893,597.33	283	1,864,298,020.69
249	1,863,591,547.12	499	1,865,413,466.75
250	1,864,439,815.41	500	1,860,847,910.80

NPV – Monte Carlo Results

NPV - Monte Carlo simulation results		
Number of samples	500	
NPV mean	Rp 1,867,347,956.18	
NPV - stdev	Rp 4,014,655.38	0.21%
Minimum	Rp 1,854,087,289.51	
Maximum	Rp 1,881,601,196.21	

Total Cost Saving – Monte Carlo Results

Total cost saving - Monte Carlo simulation results		
Number of samples	500	
NPV mean	Rp 69,615,223.16	
NPV - stdev	Rp 1,025,750.37	1.47%
Minimum	Rp 66,650,404.76	
Maximum	Rp 72,956,554.19	

Total Benefit – Monte Carlo Results

Total benefit - Monte Carlo simulation results		
Number of samples	500	
NPV mean	Rp 1,456,298,946.55	
NPV - stdev	Rp 1,028,246.69	0.07%
Minimum	Rp 1,453,253,802.90	
Maximum	Rp 1,459,402,824.92	

LAMPIRAN 5

Simulasi Monte Carlo NPV *Barcode*

Sample	NPV	Sample	NPV
1	585,045,902.46	251	585,303,618.88
2	585,387,949.54	252	585,098,744.07
3	585,125,141.65	253	584,780,412.72
4	585,796,343.42	254	584,493,896.09
5	584,609,846.34	255	586,570,141.69
6	584,492,114.63	256	585,441,382.73
7	584,457,515.37	257	586,434,538.70
8	585,832,580.21	258	585,295,087.89
9	585,202,136.21	259	586,220,450.06
10	585,383,138.95	260	584,474,832.72
11	585,749,591.57	261	586,670,615.75
12	585,584,800.62	262	585,669,545.16
13	584,505,858.58	263	585,724,711.72
14	584,733,390.92	264	586,507,389.26
15	584,330,472.38	265	585,379,250.41
16	585,157,873.82	266	585,002,032.22
17	585,702,996.56	267	584,485,806.44
18	585,733,209.55	268	585,709,525.53
19	584,882,513.99	269	585,801,942.04
20	586,177,944.92	270	585,660,298.57
21	585,400,593.20	271	584,945,290.41
22	585,218,622.57	272	585,905,720.12
23	584,450,812.91	273	585,559,781.10
24	585,723,412.46	274	585,349,081.63
25	584,650,920.78	275	585,303,857.88
26	586,563,329.14	276	585,742,352.90
27	584,641,888.85	277	585,476,437.36
28	585,277,008.19	278	585,631,254.96
29	585,855,345.18	279	586,255,885.67
30	586,273,763.63	280	584,866,579.71
31	586,426,663.37	281	584,806,282.40
32	585,995,278.24	282	584,606,482.14
33	584,097,942.05	283	586,577,469.11
34	584,184,212.14	284	585,680,006.12
35	584,946,313.79	285	585,898,372.69
249	583,823,703.87	499	586,022,380.44
250	585,436,237.86	500	584,935,661.39

NPV – Monte Carlo Results

NPV - Monte Carlo simulation results		
Number of samples	500	
NPV mean	Rp 585,529,374.59	
NPV - stdev	Rp 693,388.05	0.11842%
Minimum	Rp 583,594,415.99	
Maximum	Rp 588,212,547.08	

Total Cost Saving – Monte Carlo Results

Total cost saving - Monte Carlo simulation results		
Number of samples	500	
NPV mean	Rp 12,657,492.96	
NPV - stdev	Rp 190,357.56	1.50391%
Minimum	Rp 12,030,405.15	
Maximum	Rp 13,152,371.57	

Total Benefit – Monte Carlo Results

Total benefit - Monte Carlo simulation results		
Number of samples	500	
NPV mean	Rp 268,522,224.81	
NPV - stdev	Rp 200,540.65	0.07468%
Minimum	Rp 267,891,376.25	
Maximum	Rp 269,155,547.06	

LAMPIRAN 6

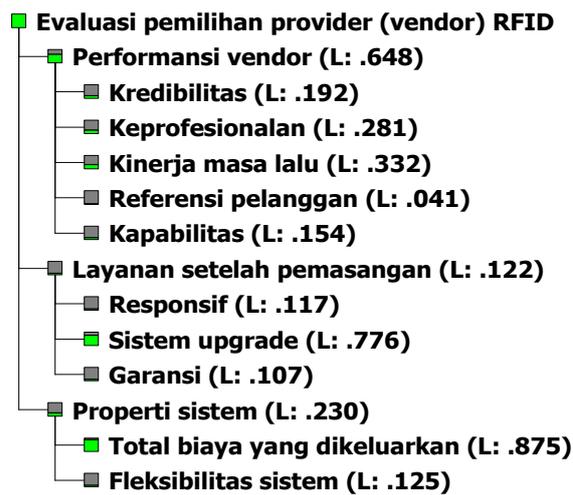
Treeview – Evaluasi Pemilihan Solusi *Supplier* Auto-Id

6/14/2016 9:06:41 AM

Page 1 of 1

Model Name: Evaluasi pemilihan provider (vendor) RFID sensitivitas

Treeview



Alternatives

PT P	.442
PT X	.129
PT Y	.164
PT Z	.265

* Ideal mode

anis

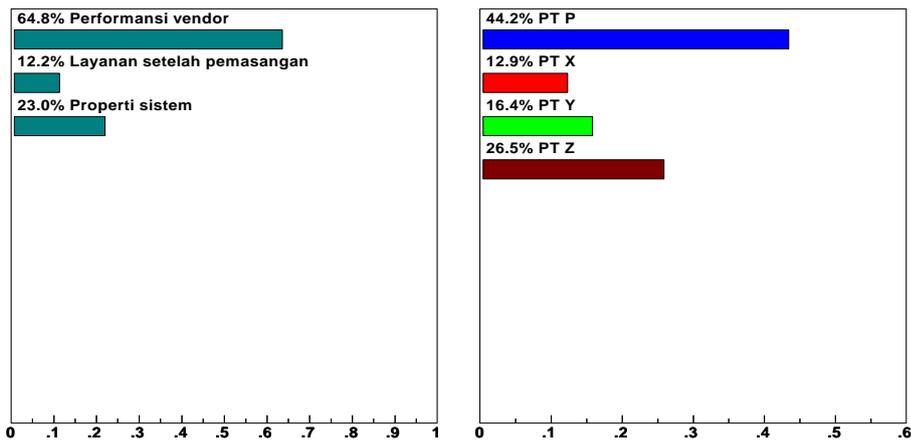
LAMPIRAN 7

Output pemilihan supplier Auto-ID

6/14/2016 9:07:26 AM

Page 1 of 1

Dynamic Sensitivity for nodes below: Evaluasi pemilihan provider (vendor) RFID



Objectives Names

Performansi	Performansi vendor
Layanan sete	Layanan setelah pemasangan
Properti sis	Properti sistem

Alternatives Names

PT P	PT P
PT X	PT X
PT Y	PT Y
PT Z	PT Z

anis

LAMPIRAN 8

Pairwise Comparison

6/14/2016 9:08:26 AM

Page 1 of 2

Model Name: Evaluasi pemilihan provider (vendor) RFID sensitivitas

Data Grid

Alternative	Pairwise	Pairwise	Pairwise
	Performansi vendor Kredibilitas (L: .192)	Performansi vendor Keprofesionalan (L: .281)	Performansi vendor Kinerja masa lalu (L: .332)
<input checked="" type="checkbox"/> PTP	1.000	1.000	1.000
<input checked="" type="checkbox"/> PTX	.311	.193	.304
<input checked="" type="checkbox"/> PTY	.269	.452	.182
<input checked="" type="checkbox"/> PTZ	1.000	.952	.482

Alternative	Pairwise	Pairwise	Pairwise
	Performansi vendor Referensi pelanggan (L: .041)	Performansi vendor Kapabilitas (L: .154)	Layanan setelah pemasangan (L: Responsif (L: .117)
<input checked="" type="checkbox"/> PTP	.269	1.000	1.000
<input checked="" type="checkbox"/> PTX	.513	.225	.289
<input checked="" type="checkbox"/> PTY	1.000	.408	.843
<input checked="" type="checkbox"/> PTZ	.101	.449	.344

Alternative	Pairwise	Pairwise	Pairwise
	Layanan setelah pemasangan (L: Sistem upgrade (L: .776)	Layanan setelah pemasangan (L: Garansi (L: .107)	Properti sistem Total biaya yang dikeluarkan (L: .875)
<input checked="" type="checkbox"/> PTP	1.000	1.000	1.000
<input checked="" type="checkbox"/> PTX	.116	.184	.408
<input checked="" type="checkbox"/> PTY	.251	.107	.449
<input checked="" type="checkbox"/> PTZ	.441	.527	.225

anis

LAMPIRAN 9

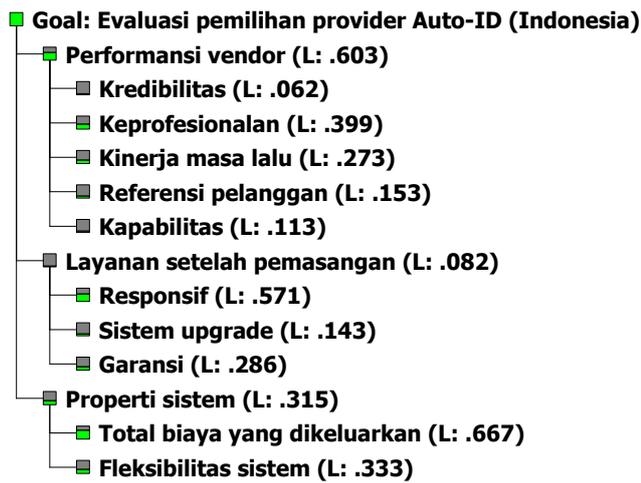
Treeview Pemilihan Supplier Luar Negeri

6/15/2016 8:14:40 AM

Page 1 of 1

Model Name: 2-1 Evaluasi pemilihan provider Auto-ID (Indonesia) 1

Treeview



Alternatives

PT A Indonesia	.272
PT B Indonesia	.138
PT C Indonesia	.393
PT D Indonesia	.197

* Ideal mode

anis

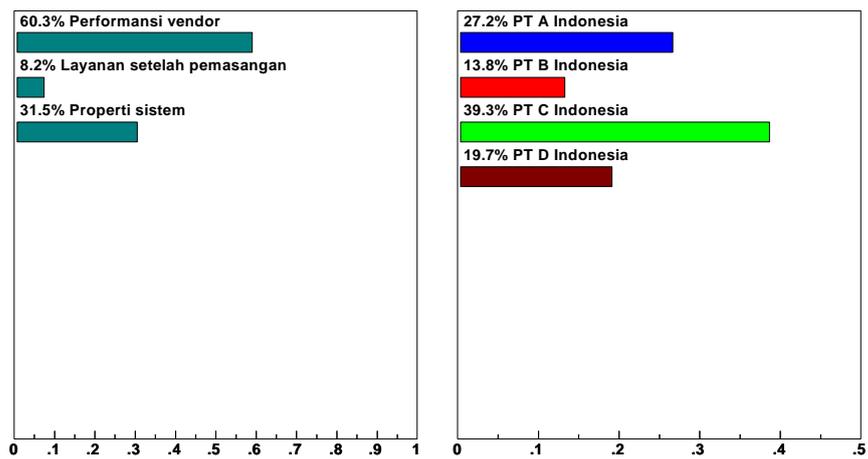
LAMPIRAN 10

Output Pemilihan Supplier Auto-ID Luar Negeri

6/15/2016 8:16:30 AM

Page 1 of 1

Dynamic Sensitivity for nodes below: Goal: Evaluasi pemilihan provider Auto-ID (Indonesia)



Objectives Names

Performansi	Performansi vendor
Layanan sete	Layanan setelah pemasangan
Properti sis	Properti sistem

Alternatives Names

PT A Indones	PT A Indonesia
PT B Indones	PT B Indonesia
PT C Indones	PT C Indonesia
PT D Indones	PT D Indonesia

anis

LAMPIRAN 11

Pairwise Comparison Pemilihan Supplier Auto-ID Luar Negeri

6/15/2016 8:15:49 AM

Page 1 of 2

Model Name: 2-1 Evaluasi pemilihan provider Auto-ID (Indonesia) 1

Data Grid

Alternative	Pairwise	Pairwise	Pairwise
	Performansi vendor Kredibilitas (L: .062)	Performansi vendor Keprofesionalan (L: .399)	Performansi vendor Kinerja masa lalu (L: .273)
<input checked="" type="checkbox"/> PT A Indonesia	.331	.536	.891
<input checked="" type="checkbox"/> PT B Indonesia	.122	.289	.439
<input checked="" type="checkbox"/> PT C Indonesia	1.000	1.000	1.000
<input checked="" type="checkbox"/> PT D Indonesia	.302	.536	.279

Alternative	Pairwise	Pairwise	Pairwise
	Performansi vendor Referensi pelanggan (L: .153)	Performansi vendor Kapabilitas (L: .113)	Layanan setelah pemasangan (L: Responsif (L: .571)
<input checked="" type="checkbox"/> PT A Indonesia	.500	.711	.605
<input checked="" type="checkbox"/> PT B Indonesia	.250	.588	.500
<input checked="" type="checkbox"/> PT C Indonesia	1.000	1.000	.851
<input checked="" type="checkbox"/> PT D Indonesia	.500	.588	1.000

Alternative	Pairwise	Pairwise	Pairwise
	Layanan setelah pemasangan (L: Sistem upgrade (L: .143)	Layanan setelah pemasangan (L: Garansi (L: .286)	Properti sistem Total biaya yang dikeluarkan (L: .667)
<input checked="" type="checkbox"/> PT A Indonesia	.588	1.000	1.000
<input checked="" type="checkbox"/> PT B Indonesia	.588	1.000	.311
<input checked="" type="checkbox"/> PT C Indonesia	1.000	1.000	1.000
<input checked="" type="checkbox"/> PT D Indonesia	.355	1.000	.539

anis

LAMPIRAN 12

BIODATA RESPONDEN

Bapak Husnul A., ST., MT staf muda atau karyawan pada departemen PPBJ di PT Petrokimia Gresik. Bapak Husnul merupakan staf atau karyawan yang mengurus mengenai proses pemesanan barang atau peralatan pabrik PT Petrokimia Gresik. Bapak Husnul merupakan orang yang memahami *supplier* yang tepat yang dapat memberikan *benefit* kepada perusahaan. Bapak Husnul merupakan pembimbing lapangan atau *supervisor* lapangan selama penulis melakukan magang dan mengambil data di gudang PT Petrokimia Gresik. Bapak Husnul mengetahui mengenai topik yang diambil oleh penulis. Penulis banyak melakukan diskusi mengenai topik untuk laporan magang ataupun untuk tesis. Selain sebagai pembimbing penulis, sebelumnya Pak Husnul juga telah membimbing beberapa mahasiswa Teknik Industri yang melakukan pengambilan data di departemen gudang. Oleh karena itu, selain pengetahuan mengenai teknologi Auto-ID, Pak Husnul juga telah mengetahui mengenai prosedur penilaian atau pemilihan supplier dengan menggunakan metode AHP.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengumpulan dan pengolahan data serta analisis yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, maka didapatkan beberapa kesimpulan dan saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan beberapa kesimpulan antara lain:

1. Penelitian ini telah berhasil membuat model yang dapat digunakan untuk melakukan analisa ekonomi berdasarkan *cost and benefit* analisis dengan mereduksi biaya *inventory shrinkage*, tenaga kerja, dan *stock out*, serta *increase productivity* dan *maintenance*.
2. Biaya investasi Auto-ID terbagi menjadi biaya *hardware*, *middleware*, *software*, dan *service*. Reduksi biaya, *increase productivity* dan *maintenance* merupakan *benefit* dari investasi Auto-ID.
3. Semakin besar reduksi biaya dan semakin besar nilai *increase productivity* dan *maintenance* akan mengakibatkan semakin besar pula total *benefit* yang didapatkan. Begitu pula dengan nilai NPV dan IRR. Namun, walaupun semakin besar biaya produksi yang dikeluarkan, perusahaan akan memperoleh keuntungan yang besar pula, hal ini dikarenakan produksi berjalan dengan lancar.
4. Tingkat *discount rate* (10%), total biaya investasi RFID sebesar Rp 3,653,571,580.00, dan total *saving* Rp 76,703,105.39/tahun adalah konstan, sehingga dapat dilihat pengaruh perubahan nilai *increase productivity* dan *maintenance* terhadap total *benefit*, NPV, dan IRR. Nilai *increase productivity* dan *maintenance* yang dipilih yaitu 0.01%, karena memberikan

total *benefit*, NPV, dan IRR yang besar. Nilai total NPV sebesar Rp 3,663,868,819.49 selama 5 tahun kedepan dan IRR sebesar 28.72%.

5. Dengan menurunkan nilai *increase productivity* dan *maintenance* terjadi penurunan pula pada nilai total *benefit*, NPV, dan IRR. Dengan nilai *increase productivity* dan *maintenance* hanya sebesar 0.001% didapatkan nilai NPV dan IRR *negative* yaitu sebesar -Rp 590,740,686 dan -10.54%.
6. Hasil simulasi NPV dari investasi Auto-ID memberikan hasil distribusi nilai yang positif, sehingga manajer perusahaan dapat memutuskan untuk melakukan investasi teknologi RFID ataupun *barcode*.
7. Hasil perhitungan bobot pada pemilihan *supplier* Auto-ID luar negeri didapatkan bahwa *supplier* PT P merupakan prioritas utama dengan bobot 0.419 atau 41.9%, kemudian PT Z dengan bobot 22.7%, PT Y dengan bobot 20.5%, dan prioritas terakhir adalah *supplier* PT X dengan bobot 15.0%.
8. Hasil perhitungan bobot pada pemilihan *supplier* Auto-ID dalam negeri didapatkan bahwa *supplier* PT C merupakan prioritas utama dengan bobot 39.3%, kemudian PT A dengan bobot 27.2%, PT D dengan bobot 19.7%, dan prioritas terakhir adalah PT B Indonesia dengan bobot 13.8%.
9. Penelitian ini dapat digunakan sebagai pertimbangan oleh manajer perusahaan dalam melakukan investasi teknologi Auto-ID dan keputusan pemilihan *supplier* Auto-ID pada sistem operasi gudang *spare part* ROL.

6.2 Implikasi Manajerial

Berdasarkan hasil yang diperoleh, dapat diberikan analisa implikasi manajerial untuk perusahaan adalah sebagai berikut:

1. Memudahkan pengambilan keputusan dengan mempertimbangkan banyaknya manfaat dan biaya yang dikeluarkan. Keputusan manajer lebih komprehensif karena mempertimbangkan banyak faktor dan benefit.
2. Manajer perusahaan dapat memilih salah satu teknologi Auto-ID untuk diimplementasikan pada perusahaannya. Pemilihan alternatif teknologi Auto-ID didasarkan pada besar nilai NPV dan IRR. Berdasarkan hasil yang telah didapatkan pada penelitian ini menunjukkan bahwa kedua teknologi yaitu

RFID dan barcode memberikan keuntungan yang positif untuk perusahaan. Jika manajer perusahaan menginginkan pengembalian modal yang cepat, maka manajer dapat memilih teknologi barcode, karena nilai IRR barcode lebih besar dibandingkan dengan RFID, sedangkan jika manajer menginginkan benefit yang lebih besar dengan reduksi biaya dan peningkatan produktivitas yang lebih besar pula, manajer dapat memilih teknologi dengan nilai NPV yang lebih besar yaitu RFID.

3. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor kualitatif dari provider yang ada, pihak manajer dapat dengan mudah mengambil keputusan terhadap solusi alternatif vendor Auto-ID yang sesuai dengan kondisi perusahaan.
4. Manajer perusahaan dapat mengambil keputusan untuk memilih supplier berdasarkan pada kriteria-kriteria yang tepat dan yang sesuai dengan kebutuhan dalam kepentingan yang berbeda. Kriteria yang tepat akan berpengaruh dalam mengurangi biaya produksi, meningkatkan produktivitas, dan kepuasan pemakai.

6.3 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan menggunakan data permintaan *spare part* jenis *insurance* ataupun lainnya,
2. Perlu dipertimbangkan jenis *spare part* yang sama, namun terletak di gudang yang berbeda,
3. Analisa ekonomi dapat dikembangkan dengan menambahkan perhitungan terhadap biaya kehilangan produksi dan juga menambahkan parameter *correct pricing* sebagai *benefit* dari investasi teknologi RFID,
4. Perlu dipertimbangkan biaya *tag* yang tidak konstan untuk tiap periode, dan
5. Perhitungan keputusan pemilihan *supplier* dapat dikembangkan dengan menggunakan integrasi metode *fuzzy AHP*, *revised analytic hierarchy process*, atau *fuzzy TOPSIS*.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi. (2007). ANALISIS STUDI KELAYAKAN INVESTASI PENGEMBANGAN, 1–14.
- Baktino, A. (2010). Analisis Kriteria Investasi.
- Baysan, S., & Ustundag, A. (2013). The Cost – Benefit Models for RFID Investments, 13–23. <http://doi.org/10.1007/978-1-4471-4345-1>
- Becker, J., Vilkov, L., Weiß, B., & Winkelmann, A. (2010). A model based approach for calculating the process driven business value of RFID investments. *International Journal of Production Economics*, 127(2), 358–371. <http://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.08.025>
- Candra, K. P. (2011). Ekonomi Teknik Kuliah ke-9 NET PRESENT VALUE (NPV) DAN KRITERIA Konsep Dasar dan Kompetensi.
- Casillas, J., Cord, O., Herrera, F., & Zwir, S. J. I. (2012). Techniques for Learning and Tuning Fuzzy Rule-Based Systems for Linguistic Modeling and their Application *, 1–47.
- Chuu, S. (2014). Knowledge-Based Systems An investment evaluation of supply chain RFID technologies : A group decision-making model with multiple information sources. *Knowledge-Based Systems*, 66, 210–220. <http://doi.org/10.1016/j.knosys.2014.05.012>
- Ciptomulyono, U. (2010). Paradigma Pengambilan Keputusan Multikriteria dalam Perspektif Pengembangan Proyek dan Industri yang Berwawasan Lingkungan.
- Dachyar, M. I. (2012). ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI DAN RISIKO PROYEK PEMBANGUNAN PLTU INDRAMAYU PT PLN (PERSERO) ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI DAN RISIKO PROYEK PEMBANGUNAN PLTU INDRAMAYU PT PLN (PERSERO).
- Fadjar, A. (2010). Aplikasi simulasi monte carlo dalam estimasi biaya proyek. *SMARTek*.
- Fatony, G. (2010). Application of Monte Carlo Simulation for Determining IRR and Cash Flow of a Geothermal Project. *Proceedings World Geo Ongress*, 1(April), 25–29.
- Finkenzeller, K. (2010). *RFID Handbook, Fundamentals and applications in contactless smart cards, RFID and near-field communication* (Third Edit).
- Hamundu, F. M., Baharudin, A. S., & Budiarto, R. (2009). Fuzzy-Monte Carlo Simulation for Cost Benefit Analysis of Knowledge Management System Investment.
- Harmoni, A. (2007). Kriteria-Investasi.

- Hoesli, M., Jani, E., & Bender, A. (2006). Monte Carlo simulations for real estate valuation. *Journal of Property Investment & Finance*, 24(2), 102–122.
<http://doi.org/10.1108/14635780610655076>
- Ibrahim, S. (2013). Manajemen Persediaan.
- Jechlitschek, C. (2013). Radio Frequency IDentification - RFID, 1–13.
- Khindanova, I. (2013). A Monte Carlo Model of a Wind Power Generation Investment. *Journal of Applied Business and Economics*, 15(1996), 94–106.
- Kurniawati, D., Yuliando, H., & Widodo, K. H. (2013). Kriteria Pemilihan Pemasok Menggunakan Analytical Network Process, 15(1), 25–32.
<http://doi.org/10.9744/jti.15.1.25-32>
- Kusuma, P. A. (2012). Jurnal Nominal / Volume I Nomor I / Tahun 2012, I.
- Lefebvre, L. A., Bendavid, Y., Wamba, S. F., & Boeck, H. (2015). The potential of RFID in warehousing activities in a retail industry supply chain, 5(2005), 101–110.
- Lily. (2003). Pengaruh Kinerja Keuangan Berdasarkan Return on Investment dan Total Asset Turnover Terhadap Investasi Aktiva Tetap.
- Liu, G. (2006). Resource Management with RFID Technology in Automatic Warehouse System *, 3706–3711.
- Mora, M. (2009). Urutan Prioritas Dalam Metode Analytic Hierarchy Process (Ahp).
- Muslim, B., & Iriani, Y. (2010). Pemilihan supplier bahan baku tinta dengan menggunakan metode AHP (studi kasus di PT INFIGO). *National Conference Design and Application of Technology*.
- O'Donnell, R. B., & Hickner, A. M. (2002). Ecomic Risk Analysis using Analytical and Monte Carlo Techniques.
- OECD. (2008). Radio Frequency Identification.
- Poon, T. C., Choy, K. L., Chow, H. K. H., Lau, H. C. W., Chan, F. T. S., & Ho, K. C. (2009). Expert Systems with Applications A RFID case-based logistics resource management system for managing order-picking operations in warehouses. *Expert Systems With Applications*, 36(4), 8277–8301.
<http://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.10.011>
- Ramanathan, R., Ramanathan, U., & Ko, L. W. L. (2014). Adoption of RFID technologies in UK logistics: Moderating roles of size, barcode experience and government support. *Expert Systems with Applications*, 41(1), 230–236.
<http://doi.org/10.1016/j.eswa.2013.07.024>

- Roy, J., & Ve, S. (2009). Int . J . Production Economics RFID benefits , costs , and possibilities : The economical analysis of RFID deployment in a cruise corporation global service supply chain, *122*, 692–702. <http://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.06.038>
- Santoso, H. (2012). STRATEGI MEMILIH INTERNET SERVICE PROVIDER TERBAIK UNTUK PERGURUAN TINGGI (STUDI KASUS : STMIK ATMA LUHUR), *2012(Snati)*, 15–16.
- Sari, K., & Carlo, M. (2014). Selection of RFID solution provider A fuzzy multi-criteria decision model with. <http://doi.org/10.1108/03684921311323680>
- Sonalitha, E., Sarosa, M., & Naba, A. (2015). Pemilihan Pemasok Bahan Mentah pada Restoran Menggunakan Metode Fuzzy Analytical Hierarchy Process, *9(1)*, 49–54.
- Srivastava, B. (2004). Radio frequency ID technology : The next revolution in SCM, *2004(December)*.
- Supeni, N. (2011). Analisis kelayakan investasi mesin pencetak kemasan pada UD Robin Jaya Sentosa Situbondo, 49–70.
- Suratno. (2009). Pengaruh Perbedaan Tipe Fungsi Keanggotaan Pada Pengendali Logika Fuzzy Terhadap Tanggapan Waktu Sistem Orde Dua Secara Umum, 1–10.
- Sweeney II, P. J. (2005). *RFID for dummies*.
- Timpe, D. (2005). Barcode and RFID Technologies: Alternatives to Log Stamping for Wood Identification in Forestry?
- Ustundag, A., Kılınc, M. S., & Cevikcan, E. (2010). Expert Systems with Applications Fuzzy rule-based system for the economic analysis of RFID investments. *Expert Systems With Applications*, *37(7)*, 5300–5306. <http://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.01.009>
- Warnars, S. (2009). Simple ROI untuk justifikasi investasi proyek Data Warehouse pada perguruan tinggi swasta.
- White, G., Gardiner, G., Prabhakar, G. P., & Abd Razak, a. (2007). A comparison of barcoding and RFID technologies in practice. *Journal of Information, Information Technology and Organizations*, *2*, 119–132. Retrieved from <http://eprints.uwe.ac.uk/13460/>
- Widodo, E., & Miswanto. (1998). *Manajemen Keuangan 1*.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BIOGRAFI PENULIS



Anis Siti Nurrohkayati, merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Misni dan Sumarsih yang lahir di Trenggalek, 14 Januari 1992. Penulis menempuh pendidikan di SDN 008 Bontang Utara, SMPN 1 Bontang, dan SMAN 1 Bontang. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan program sarjana di Jurusan Teknik Industri Universitas Mulawarman Samarinda pada tahun 2010. Selama kuliah di Jurusan Teknik Industri, penulis bergabung dengan Himpunan Mahasiswa Teknik Industri sebagai bendahara umum. Penulis mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada tahun 2014. Pendidikan jenjang S1 ditempuh penulis selama 3,5 tahun. Setelah menyelesaikan pendidikan S1, penulis melanjutkan pendidikan S2 di ITS Surabaya di jurusan Teknik Industri dengan bidang keahlian *Operations and Supply Chain Engineering*. Pendidikan S2 ditempuh selama 2 tahun. Apabila ada kritik, saran atau pertanyaan, penulis dapat dihubungi melalui:

- e-mail : nurranisiti@gmail.com

SEMOGA BERMANFAAT