

405-99/H/10



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



ASI  
690.72  
Har  
el  
2010

GAS AKHIR - TI 091324

**VALUASI DAN PEMILIHAN WAKTU PENGADAAN  
SPARE PARTS AUXILARY POWER UNIT (APU) TIPE  
TCP85 H/J/K PADA UNIT ENGINE MAINTENANCE  
T. GMF AERO ASIA**

**ARTINI**  
RP 2506 100 057

osen Pembimbing  
ani Kurniati, ST, MT.

<b>PERPUSTAKAAN ITS</b>	
Tgl. Terima	8 - 8 - 2010
Terima Dari	H
No Agenda Prp.	

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI**  
akultas Teknologi Industri  
stitut Teknologi Sepuluh Nopember  
urabaya 2010



ITS  
**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT - TI 091324

**EVALUATION AND SELECTION FOR SPARE PARTS  
ACQUISITION TIME OF AUXILIARY POWER UNIT  
(APU) GTCP85 H/J/K IN ENGINE MAINTENANCE UNIT  
AT PT. GMF AERO ASIA**

**MARTINI**  
P 2506 100 057

Supervisor  
Ni Kurniati, ST, MT.

**DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING**  
Faculty of Industrial Technology  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2010

EVALUASI DAN PEMILIHAN WAKTU PENGADAAN  
SPARE PARTS AUXILARY POWER UNIT (APU) TIPE  
TCP85 H/J/K PADA UNIT ENGINE MAINTENANCE  
PT. GMF AERO ASIA

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Industri  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :  
**HARTINI**  
NRP 2506 100 057

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Nani Kurniati, ST, MT.....(Pembimbing)

SURABAYA, Juli 2010

**Evaluasi Dan Pemilihan Waktu Pengadaan *Spare parts*  
Auxiliary Power Unit (APU) Tipe GTCP85 H/J/K Pada Unit  
Engine Maintenance PT.GMF AEROASIA**

**Nama** : Hartini  
**NRP** : 2506 100 057  
**Jurusan** : Teknik Industri FTI-ITS  
**Dosen Pembimbing** : Nani Kurniati, S.T.,

**Abstrak**

PT. GMF AA bergerak dalam bidang *maintenance* pesawat. Unit *engine maintenance* bertanggung jawab atas perbaikan pesawat termasuk komponen APU (*Auxiliary Power Unit*). Saat ini, dalam pengerjaan APU, TAT (*Turn Around Time*) aktual dengan target mempunyai penyimpangan cukup besar, faktor penyebab utamanya adalah ketersediaan *spare parts*. Unit *Asset And Trade Management* (TM) bertanggung jawab atas ketersediaan dari *spare parts* komponen pesawat.

*Forecast* model *Neural Network* dan simulasi Monte Carlo digunakan untuk memprediksi jumlah *demand* yang memiliki karakteristik *lumpy* dan *erratic*. *Analytical Hierarchy Process* (AHP) digunakan untuk pembobotan kriteria untuk memilih waktu pengadaan *Spare parts* yang tepat. Pemilihan didasarkan pada faktor *objective* (total cost dan TAT *maintenance*) dan *subjective* (kualitas, delivery, harga, service). Waktu pengadaan meliputi bulanan, *quarterly*, *direct purchase*. Pemilik rating tertinggi yang nantinya akan terpilih. Klasifikasi *spare parts* APU berdasarkan jumlah penggunaan, harga dan karakteristik *demand*.

Dari hasil penelitian, kedua model *forecast* menunjukkan 67% tidak memiliki perbedaan signifikan dan 2 diantara 21 *part number* memiliki hasil pemilihan alternatif yang berbeda.

**Kata kunci:** MRO, *Procurement*, *Forecast Neural Network*, Monte Carlo, AHP

## **Evaluation And Selection For Spare Parts Procurement Time Of Auxilary Power Unit (APU) GTCP85 H/J/K In Engine Maintenance Unit At PT.GMF AERO ASIA**

**Name Of Student** : Hartini  
**NRP** : 2506 100 057  
**Department** : Industrial Engineering ITS  
**Supervisor** : Nani Kurniati, S.T., M.T.

### **Abstract**

*PT. GMF AA moves in the field of Maintenance has airline. Engine maintenance unit is responsible for aircraft repairs include APU (Auxiliary Power Unit). Currently, in the repair work on APU, the target and actual TAT (Turn Around Time) has a significant deviation. Whice is caused by the availability of aircraft spareparts. Unit Asset And Trade Management (TM) is responsible for it.*

*Forecast Neural Network and Monte Carlo simulation is used to predic lumpy and erratic demand. Analytical Hierarcy Process (AHP) is used to count weighted criteria. Alternative is selected based on objective factor (total cost and TAT maintenance) and subjective factor (quality, delivery, price, service). Procurement time include of periodic montly, Quarterly, Direct Purchase. The best rating will be chose. Spare parts are classified based on usage, price and demand pattern.*

*Based on research, both of forecasting model are 67% not having significantly different and 2 of 21 part number have different result on alternative selection.*

**Keywords:** MRO, Procurement, Forecast Neural Network, Monte Carlo, AHP

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga laporan penelitian Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Laporan penelitian Tugas Akhir ini ditulis sebagai bukti telah dilakukannya kegiatan penelitian Tugas Akhir yang ditujukan untuk pemenuhan syarat lulus menempuh jenjang pendidikan S1, Jurusan Teknik Industri ITS Surabaya.

Ucapan terima kasih dan puji syukur, saya sampaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyelesaian dan kelancaraan selama penelitian Tugas Akhir ini, seperti :

1. Orang tua penulis (Bapak dan Ibu) serta saudara yang selalu memberikan doa dan motivasi selama ini.
2. Ibu Nani Kurniati, S.T.M.T., selaku dosen pembimbing yang telah banyak sekali memberikan pengarahan, masukan, nasehat serta bimbingan dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Rudi Juniarto selaku *General Manager* GA Material Services (TMP), Bapak Eka, Bapak Cornelis, Ibu Galuh, Bapak Iskandar, Bapak Edi Wahyudi, Mas Iqbal dan Mas Yuan selaku pembimbing di perusahaan yang telah banyak membantu, memberikan masukan dan ilmu dalam pelaksanaan penelitian di PT. GMF AA.
4. Bapak dosen penguji yang telah memberikan evaluasi dan saran membangun dalam penelitian Tugas Akhir ini.
5. Ibu Dr. Ir. Sri Gunani Partiw, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Industri ITS.
6. Ibu Syarif Hanoum, S.T., M.T., selaku koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Industri ITS.
7. Bapak/Ibu karyawan Teknik Industri yang telah banyak memantu keberlangsungan Tugas Akhir.
8. Akhmad Nurhadi yang telah memberikan dukungan dan semangat

9. Rusdi dan mbak Maidatul yang telah memberikan motivasi
10. Teman sesama peserta program magang PT.GMF AA (Tantri, Wilda, Susan, andiani, Luli, Corry, Karina, Mahfud, Adit, Agra, Nunu, Batham, Nugraha, Saleh) untuk semua kebersamaan dan motivasi yang diberikan.
11. Teman-teman angkatan 2006 Teknik Industri ITS dimana telah memberikan banyak hal selama menjalani perkuliahan di Teknik Industri.
12. Keluarga Laboratorium SMDL dan SIMAN (nita, ari, Attar, Rudi, Anta, Chandra, adek-adek 2007/2008, dll atas dukungan yang diberikan.
13. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan semua dalam tulisan ini, dimana telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan dapat digunakan sebagaimana mestinya oleh pihak yang berkepentingan.

**Surabaya, Juli 2010**

**Hartini**  
**(2506.100.057)**

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
Abstrak.....	i
Abstract.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	7
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Manfaat Penelitian.....	7
1.5 Ruang lingkup Penelitian.....	8
1.6 Sistematika Penulisan.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	11
2.1 <i>Auxiliary Power Unit (APU)</i> .....	11
2.1.1 Definisi <i>Auxiliary Power Unit (APU)</i> .....	11
2.1.2 Klasifikasi <i>Auxiliary Power Unit (APU)</i> .....	11
2.1.3 Bagian <i>Auxiliary Power Unit (APU)</i> .....	14
2.1.4 Klasifikasi Perawatan <i>Auxiliary Power Unit (APU)</i> ....	15
2.2 <i>Forecasting</i> .....	16
2.2.1 Mengukur <i>Error Forecasting</i> .....	17
2.2.2 Klasifikasi <i>Demand</i> .....	18
2.3 <i>Forecasting Neural Network</i> .....	20
2.3.1 <i>Neural Network Model</i> .....	21
2.3.2 <i>Back Propagation Algorithm</i> .....	22
2.4 <i>Analytic Hierarchy Proses (AHP)</i> .....	28
2.5 Biaya-biaya Dalam Sistem Persediaan.....	36
2.5.1 Perhitungan Total Cost Bulanan.....	36

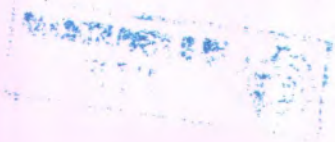


2.5.2	Perhitungan Total Cost <i>Quarterly</i> .....	38
2.5.3	Perhitungan Total Cost <i>Direct Purchase</i> .....	38
2.6	Simulasi Montecarlo .....	39
2.7	Deskripsi Perusahaan.....	40
2.7.1	Visi dan Misi GMF Aero Asia.....	41
2.7.2	Ruang Lingkup Layanan GMF Aero Asia.....	42
2.7.3	Struktur Organisasi PT GMF Aero Asia.....	42
2.7.4	Struktur Organisasi Unit TMM.....	43
2.7.5	Bussiness Process Unit TMM.....	43
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>47</b>
3.1	Tahap Awal .....	47
3.2	Tahap Pengumpulan Data dan Pengolahan Data .....	47
3.2.1	Pengumpulan Data .....	47
3.2.2	Pengolahan Data.....	48
3.3	Tahap Analisis dan Interpretasi Data .....	49
3.4	Tahap Kesimpulan dan Saran.....	49
<b>BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA....</b>		<b>51</b>
4.1	Pengumpulan Data.....	51
4.1.1	Karakteristik Data .....	51
4.2	Pengolahan Data .....	54
4.2.1.	<i>Clustering</i> .....	54
4.2.2.	<i>Forecast Demand</i> .....	59
	A.Kuadran I ( <i>Usage</i> Tinggi, Harga Tinggi ).....	60
	a. <i>Lumpy Demand</i> .....	60
	b. <i>Erratic Demand</i> .....	63
	c. <i>Smooth Demand</i> .....	63
	B.kuadran II ( <i>Usage</i> Tinggi, Harga Rendah ) .....	66
	a. <i>Lumpy Demand</i> .....	66
	b. <i>Erratic Demand</i> .....	71
	c. <i>Smooth Demand</i> .....	73
	d. <i>Intermittent Demand</i> .....	73
	C. Kuadran III ( <i>Usage</i> Rendah, Harga Tinggi ) ....	74
	a. <i>Lumpy Demand</i> .....	74

b.	<i>Erratic Demand</i> .....	80
c.	<i>Smooth Demand</i> .....	81
D.	Kuadran IV ( <i>Usage Rendah, Harga Tinggi</i> ).....	82
a.	<i>Lumpy Demand</i> .....	83
b.	<i>Erratic Demand</i> .....	86
c.	<i>Smooth Demand</i> .....	87
4.2.3.	Perhitungan Biaya .....	88
a.	Biaya Order ( <i>Order Cost</i> ) .....	89
b.	Biaya Penyimpanan ( <i>Inventory Carrying Cost</i> ) .....	89
c.	Biaya Pembelian ( <i>Purchasing Cost</i> ) .....	89
c.	<i>Stock Out Cost</i> .....	90
d.	Total Cost.....	91
i.	Total Cost Untuk Periodic Bulanan.....	91
ii.	Total Cost untuk Stock Quarterly.....	93
iii.	Total Cost Untuk Direct Purchase.....	94
4.2.4.	Pembobotan Kriteria.....	98
4.2.5.	Pemilihan Strategi Waktu Pengadaan .....	100
4.2.6.	Analisa Sensitivitas.....	103
BAB V	ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA.....	105
5.1	Analisis Hasil <i>Clustering Part Number</i> .....	105
5.2	Analisis Hasil <i>Forecast Demand</i> .....	106
5.3	Analisis Hasil Perhitungan Biaya .....	110
5.4	Analisis Hasil Pembobotan Kriteria.....	111
5.5	Analisis Hasil Pemilihan waktu pengadaan .....	111
5.6	Analisis Sensitivitas.....	112

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	115
6.1 Kesimpulan.....	115
6.2 Saran.....	117
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	
<b>LAMPIRAN A</b> .....	
<b>LAMPIRAN B</b> .....	
<b>LAMPIRAN C</b> .....	
<b>LAMPIRAN D</b> .....	
<b>LAMPIRAN E</b> .....	
<b>BIODATA PENULIS</b> .....	
4.2.4. Pembobotan Kriteria.....	98
4.2.5. Pemilihan Strategi Waktu Pengabdian.....	100
4.2.6. Analisis Sensitivitas.....	103

BAB V ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA.....	105
5.1 Analisis Hasil Cuesvare Post Audit.....	105
5.2 Analisis Hasil Cuesvare Preaudit.....	106
5.3 Analisis Hasil Perhitungan Biaya.....	110
5.4 Analisis Hasil Pembobotan Kriteria.....	111
5.5 Analisis Hasil Pemilihan waktu pengabdian.....	111
5.6 Analisis Sensitivitas.....	112



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Data Histori Frekuensi Maintenance APU (sumber : <i>daily report engine shop</i> 2009).....	2
Gambar 1.2 Deviasi TAT Shop Visit APU 2009 (sumber : <i>daily report engine shop</i> 2009).....	3
Gambar 1.3 Availability Spare APU 2009/2010 (Sumber : <i>Daily Report Engine Shop</i> 2009/2010).....	4
Gambar 1.4 Penyebab Deviasi TAT APU (Sumber: PD Sheet <i>Engine Maintenance</i> 2009-2010).....	5
Gambar 2. 1 (a) APU GTCP 85 .....	15
Gambar 2. 1 (b) Bagian APU GTCP 85 .....	15
Gambar 2. 2 Metode <i>Forecast</i> .....	17
Gambar 2.3 Grafik Karakteristik <i>Demand</i> .....	19
Gambar 2.4 <i>Model Neuron Network</i> untuk <i>lumpy demand</i> .....	21
Gambar 2.5 Grafik Fungsi <i>Threshold</i> .....	23
Gambar 2.6 Grafik Fungsi <i>Linear-piecewise</i> .....	24
Gambar 2.7 Grafik Fungsi <i>Sigmoid</i> .....	24
Gambar 2.8. Struktur Organisasi PT. GMF AA .....	44
Gambar 2.9. Struktur Organisasi Unit TM .....	45
Gambar 2.10. Bisnis Proses TMM.....	47
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Penelitian .....	52
Gambar 4.1 Karakteristik Demand Spare Part Penyusun APU ..	60
Gambar 4.2 Grafik Kuadran PN .....	60
Gambar 4.3 <i>Cluster</i> PN Berdasarkan Kriteria Kepentingan .....	61
Gambar 4.4 <i>Plotting</i> Pola Demand PN 1475M35P01 .....	62
Gambar 4.5 <i>Forecast</i> Demand PN 1475M35P01 .....	63
Gambar 4.6 Perbandingan <i>Forecast</i> Demand PN 1475M35P01	63
Gambar 4.7 <i>Plotting</i> Pola Demand PN 3601193-8.....	65
Gambar 4.8 Perbandingan <i>Forecast</i> Demand PN 3601193-8....	65
Gambar 4.9 <i>Plotting</i> Pola Demand PN 3605239-2.....	67
Gambar 4.10 <i>Plotting</i> Pola Demand PN 358027 .....	68
Gambar 4.11 <i>Forecast</i> Demand PN 358027.....	69
Gambar 4.12 Perbandingan <i>Forecast</i> Demand PN 358027.....	69



Gambar 4.13	Plotting Pola Demand PN MS9245-24 .....	7
Gambar 4.14	Forecast Demand PN MS9245-24 .....	7
Gambar 4.17	Perbandingan Forecast Demand PN MS9245-24 .....	7
Gambar 4.16	Plotting Pola Demand PN S9413-215 .....	7
Gambar 4.17	Perbandingan Forecast Demand PN S9413-215 ..	7
Gambar 4.18	Plotting Pola Demand PN 3606229-1 .....	7
Gambar 4.19	Perbandingan Forecast Demand PN 3606229-1..	7
Gambar 4.20	Plotting Pola Demand PN S8990-604 .....	7
Gambar 4.21	Plotting Pola Demand PN 3614868-1 .....	7
Gambar 4.22	Plotting Pola Demand PN 600-3130-1-4 .....	7
Gambar 4.23	Perbandingan Forecast Demand PN 600-3130-1-4 .....	7
Gambar 4.24	Plotting Pola Demand PN 3605091-3 .....	7
Gambar 4.25	Forecast Demand PN 3605091-3 .....	7
Gambar 4.26	Perbandingan Forecast Demand PN 3605091-3..	7
Gambar 4.27	Plotting Pola Demand PN 3601027-1 .....	8
Gambar 4.28	Forecast Demand PN 3601027-1 .....	8
Gambar 4.29	Perbandingan Forecast Demand PN 3601027-1..	8
Gambar 4.30	Perbandingan Forecast Demand PN 3861112-1..	8
Gambar 4.31	Perbandingan Forecast Demand PN 3861112-1..	8
Gambar 4.32	Plotting Pola Demand PN 3609143-4 .....	8
Gambar 4.33	Plotting Pola Demand PN S9413-636 .....	8
Gambar 4.34	Plotting Pola Demand PN 369259-32.....	8
Gambar 4.35	Forecast Demand PN 369259-32 .....	8
Gambar 4.36	Perbandingan Forecast Demand PN 369259-32..	8
Gambar 4.37	Plotting Pola Demand PN 3614920-1 .....	8
Gambar 4.38	Forecast Demand PN 3614920-1 .....	8
Gambar 4.39	Perbandingan Forecast Demand PN 3614920-1..	8
Gambar 4.40	Perbandingan Forecast Demand PN 3601193-4 .	8
Gambar 4.41	Perbandingan Forecast Demand PN 915F466-2 .	8
Gambar 4.42	Plotting Pola Demand PN 358649-1 .....	8
Gambar 4.43	Pembobotan AHP .....	9
Gambar 4.44	Hasil Pembobotan AHP .....	9
Gambar 4.45	Sensitivitas Kriteria Kualitas .....	10



Gambar 4.46	Sensitivitas Kriteria Delivery.....	103
Gambar 4.47	Sensitivitas Kriteria Harga.....	104
Gambar 4.48	Sensitivitas Kriteria Service.....	104
Gambar 5.1	<i>Cluster</i> PN Berdasar kuadran.....	105
Gambar 5.2	Hasil Uji ANOVA PN 3601193-8.....	107
Gambar 5.3	Hasil Uji ANOVA PN 1475M35P01.....	108
Gambar 5.4	Proporsi Kesimpulan Uji Anova NN Vs Montecarlo.....	108

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis GTCP85 .....	12
Tabel 4.1 <i>Spare Parts</i> Kelas <i>Expandable</i> .....	53
Tabel 4.1 <i>Spare Parts</i> Kelas <i>Repairable</i> .....	54
Tabel 4.3 <i>Shortage Spare Parts</i> APU 2010 .....	55
Tabel 4.4 <i>Shortage BDP Spare Repairable</i> APU 2010 .....	55
Tabel 4.5 <i>Part Number</i> dengan karakteristik <i>Intermittent</i> .....	56
Tabel 4.6 <i>Part Number</i> dengan karakteristik <i>Erratic</i> .....	57
Tabel 4.7 <i>Part Number</i> dengan karakteristik <i>Lumpy</i> .....	58
Tabel 4.8 <i>Part Number</i> dengan karakteristik <i>Smooth</i> .....	59
Tabel 4.9 Forecast Demand PN 1475M35P01 .....	64
Tabel 4.10 Forecast Demand PN 3601193-8 .....	66
Tabel 4.11 Forecast Demand PN 3605239-2 .....	67
Tabel 4.12 Perbandingan Forecast Demand PN 358027 .....	70
Tabel 4.13 Forecast Demand PN MS9245-24 .....	72
Tabel 4.14 Forecast Demand PN S8990-604 .....	76
Tabel 4.15 Forecast Demand PN 3614868-1 .....	76
Tabel 4.16 Forecast Demand PN 3609143-4 .....	83
Tabel 4.17 Forecast Demand PN S9413-636 .....	83
Tabel 4.18 Forecast Demand PN 358649-1 .....	89
Tabel 4.19 Biaya Order .....	89
Tabel 4.20 Biaya Penyimpanan .....	90
Tabel 4.21 Biaya Pembelian PN 358649-1 2010 .....	91
Tabel 4.22 Biaya <i>Stock out</i> PN 358649-1 2010 .....	92
Tabel 4.23 Total Cost <i>Stock</i> Periodik Bulanan .....	93
Tabel 4.24 Total Cost <i>Quarterly</i> .....	94
Tabel 4.25 Total Cost <i>Direct Purchase</i> .....	95
Tabel 4.26 Rating Total Cost .....	96
Tabel 4.27 Rating TAT <i>Maintenance</i> .....	97
Tabel 4.28 Rating Bobot Kriteria <i>Subjective</i> .....	99
Tabel 4.29 Hasil Pemilihan Strategi Waktu Pengadaan .....	101
Tabel 5.1 Perbandingan Standart Deviasi <i>Actual &amp; Forecast Demand</i> .....	109

## BAB I

### PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dijelaskan beberapa hal yang terdiri dari latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

#### 1.1 Latar Belakang

PT Garuda *Maintenance Facility* Aero Asia (PT GMF AA), yang merupakan anak perusahaan dari PT. Garuda Indonesia. PT GMF AA merupakan salah satu perusahaan berskala internasional yang bergerak dibidang Industri Jasa Perawatan dan Perbaikan pesawat terbang. PT GMF AA mampu melakukan perawatan dan perbaikan pesawat, mulai dari perawatan *ligh repair* sampai dengan *overhaul*, perawatan dan perbaikan *engine*, APU dan komponen pesawat, serta modifikasi *cabin*. Agar dapat memberikan pelayanan yang maksimal PT GMF AA didukung oleh beberapa unit produksi, diantaranya *Line Maintenance*, *Base Maintenance*, *Componen Maintenance*, dan *Engine Maintenance*.

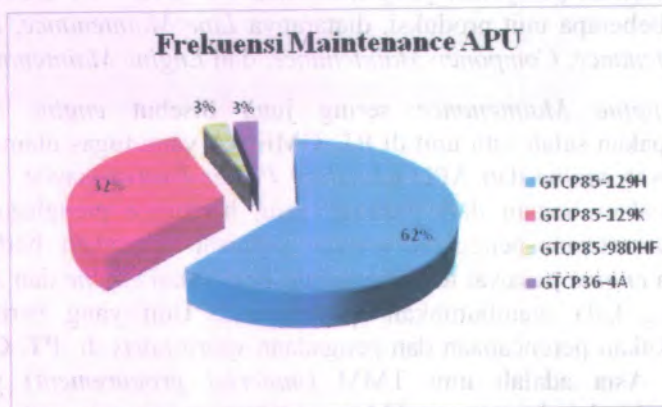
*Engine Maintenance* sering juga disebut *engine shop* merupakan salah satu unit di PT. GMF AA yang tugas utamanya merawat *engine* dan APU (*Auxiliary Power Unit*) pesawat. APU merupakan bagian dari pesawat yang berfungsi menghasilkan tenaga sebagai penggerak *engine* pesawat dan akan berhenti ketika *engine* pesawat telah bergerak. Perawatan *engine* dan APU kadang kala membutuhkan *spare parts*. Unit yang bertugas melakukan perencanaan dan pengadaan *spare parts* di PT. GMF Aero Asia adalah unit TMM (*material procurement*) yang dibawahhi oleh departemen TM (*trade & asset management*).

PT.GMF AA merupakan perusahaan yang bergerak dibidang jasa oleh karena itu *Engine Shop* dan TMM juga memiliki target pengerjaan agar kualitas dan *delivery* produknya memberikan kepuasan bagi pelanggan. Pengerjaan perawatan di *engine shop*



memiliki target TAT (*Turn Around Time*) dalam penyelesaiannya, 60 hari untuk *engine* dan 30 hari untuk APU. Sedangkan untuk TMM juga ada target TAT yang berbeda-beda untuk setiap *spare parts*.

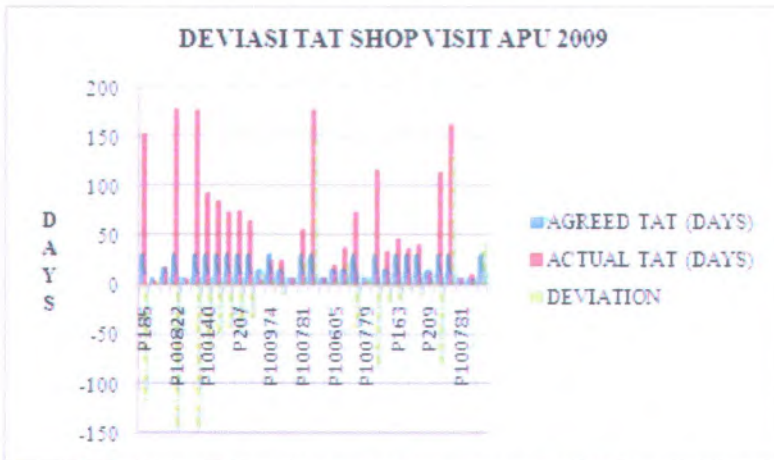
Fungsi APU yang terlihat sederhana sering kali menjadikan APU kurang mendapat perhatian karena tidak langsung berhubungan dengan *safety* pesawat. Tetapi bagi unit material *planning* APU tetap menjadi sebuah masalah terutama berhubungan dengan pengadaan materialnya. Berdasar pada data perawatan APU 2 tahun terakhir didapatkan hasil bahwa proporsi APU tipe GTCP85 H/J/K lebih sering *shop visit*, frekuensinya hampir mencapai 96%. Oleh sebab itu, penelitian ini di fokuskan untuk tipe APU GTCP85 H/J/K yang digunakan pada pesawat B737 Classic.



Gambar 1.1 Data Histori Frekuensi *Maintenance* APU (sumber : *daily report engine shop* 2009)

Berdasarkan data histori pengerjaan APU 2009 terjadi banyak keterlambatan dalam penyelesaian perawatannya. Waktu aktual TAT pengerjaan APU di unit *engine shop* sering tidak tepat

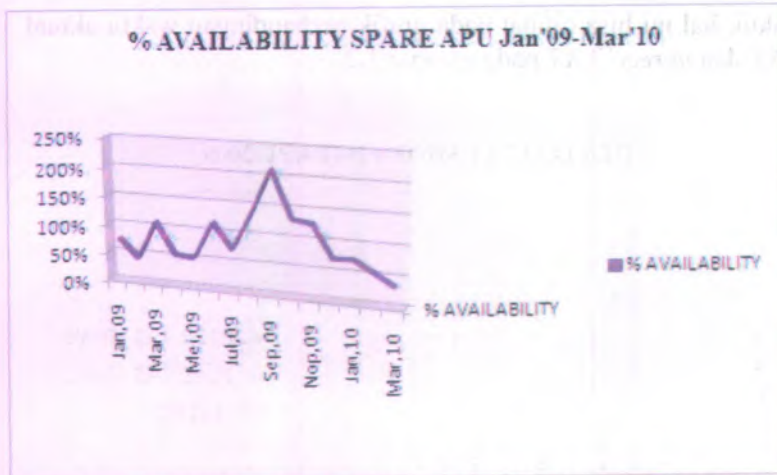
waktu, hal ini bisa dilihat pada grafik perbandingan waktu aktual TAT dan *agreed* TAT pada gambar 1.2.



Gambar 1.2 Deviasi TAT *Shop Visit* APU 2009 (sumber : *daily report engine shop 2009*)

Dari gambar 1.2 diatas didapatkan bahwa 70% deviasi TAT negatif (mengalami keterlambatan), sedangkan rata-rata gap antara aktual dan *agreed* TAT adalah 184 % hal ini sangat merugikan perusahaan terutama dari segi biaya dan waktu. Ketika TAT mengalami keterlambatan artinya telah membuang kesempatan untuk melakukan produksi lebih banyak lagi.

Permasalahan tidak hanya pada TAT yang mengalami keterlambatan tetapi juga pada jumlah *floating spare (availability)* dari APU sendiri. Distribusi dari *availability* APU dapat dilihat pada gambar 1.3.

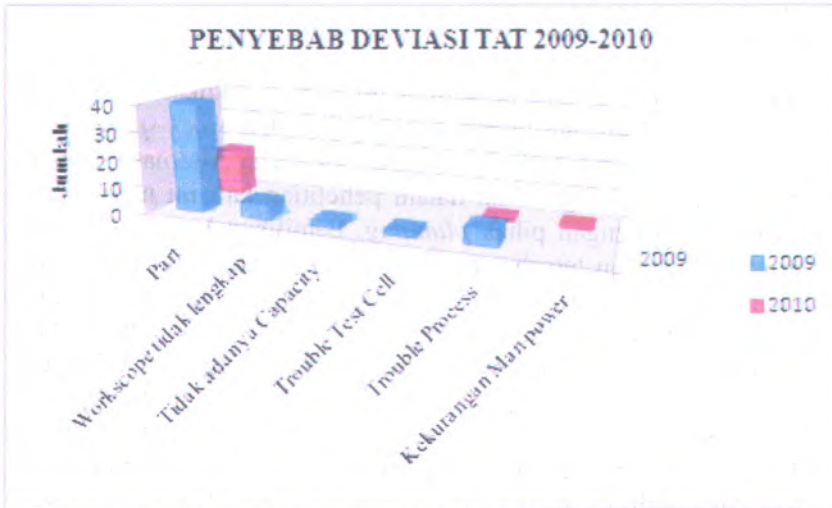


Gambar 1.3 Availability Spare APU 2009/2010 (Sumber : *Daily Report Engine Shop 2009/2010*)

Berdasarkan data pada gambar 1.3, *availability spare* APU pada tahun 2010 cenderung menurun. Puncaknya pada bulan maret tingkat *availability*-nya hanya mencapai 34%. Hal ini menjadi permasalahan besar ketika kondisinya tetap tidak ditingkatkan.

Berdasarkan fakta-fakta yang ada maka ditelusuri penyebab agar kondisi tidak selalu menurun. Berdasarkan hasil diskusi dengan pihak *engine shop* dibuat suatu *root cause* diagram tulang ikan, *shortage* material dianggap sebagai penyebab utama TAT mengalami keterlambatan dan *availability spare* APU rendah. Hal ini didukung oleh fakta yang ada bahwa terdapat 141 *spare parts* untuk APU yang dikontrol oleh pihak produksi, *engine shop*, dan material *planning* tetapi pada tahun 2010 ada 4 *part number* kritis yang masih terjadi *shortage*. Tahun 2009 ada sekitar 12 *part number* yang masih terjadi *shortage*. Selain itu didukung juga oleh data penyebab terjadinya deviasi TAT pengerjaan APU 2009

pada gambar 1.4 yang menunjukkan bahwa *shortage spare parts* sebagai penyebab TAT APU mengalami keterlambatan.



Gambar 1.4 Penyebab Deviasi TAT APU (Sumber: PD Sheet *Engine Maintenance 2009-2010*)

*Progress report daily* pengerjaan APU memberikan pemaparan mengenai penyebab dari kemunduran TAT APU secara detail. Setelah diatas dipaparkan bahwa penyebab terbesar deviasi TAT APU disebabkan oleh *shortage part*. *Spare parts* yang mengalami *shortage* merupakan kelas *repairable* dan kelas *expandable*. *Spare parts* kelas *repairable* merupakan kelompok *spare parts* yang penggunaannya lebih dari sekali. *Spare parts* ini masih bisa digunakan ketika kondisinya *serviceble* kembali setelah di perbaiki. Karakteristik yang seperti ini merupakan tantangan tersendiri bagi seorang *planner* material untuk mengambil keputusan perihal waktu pengadaannya apakah harus diadakan setiap kali ada kerusakan atau dilakukan persediaan *stock* untuk *spare parts* tersebut. Selama ini *spare parts* kelas

*repairable* diadakan dengan cara *direct purchase*. Sedangkan material *expandable* adalah material yang penggunaannya sekali pakai. Pengadaan *spare parts* kelas *expandable* biasanya *quarterly*.

Pemecahan dari permasalahan tersebut akan dibahas dalam penelitian ini. Dalam penelitian ini akan dilakukan pemilihan waktu pengadaan *spare parts* apakah dilakukan *stock spare parts* untuk bulanan, *quarterly*, atau *direct purchase*. Alternatif waktu pengadaan yang digunakan dalam penelitian kali ini merupakan hasil diskusi dengan pihak *planning*. Pemilihan ketiga alternatif waktu pengadaan tersebut membutuhkan kriteria total biaya dan total *Turn Around Time (TAT) maintenance*. Hal ini berhubungan dengan tujuan akhir bahwa dapat meminimalisir keterlambatan *TAT maintenance* dan minimal total biaya pengadaan. Sehingga sebelumnya dilakukan perhitungan total biaya dan total *TAT maintenance* untuk masing-masing alternatif waktu pengadaan. Tetapi sebelum melakukan perhitungan total biaya dilakukan terlebih dahulu peramalan jumlah *demand* untuk tiap periodenya. Selain total biaya dan total *TAT* terdapat kriteria lain dalam pemilihan alternatif waktu pengadaan meliputi kualitas, *delivery*, harga, dan *service*. Kriteria ini didapatkan dari penelitian jurnal internasional serta hasil diskusi dengan pihak *purchasing TMM*. Kriteria ini akan dibobotkan dan diratingkan. Ketiga alternatif waktu pengadaan akan disimulasikan untuk 22 *part number*. Dari simulasi tersebut akan didapatkan waktu yang optimal untuk pengadaan masing-masing kelas yang diwakili oleh *part number* tertentu.

Dari uraian-uraian fakta yang ditemukan di *engine shop* dan *TMM* inilah diharapkan ada sebuah perbaikan agar tujuan dari masing-masing unit bisa tercapai. *Engine Shop* dapat memenuhi target *TAT*, material *planning* dapat memenuhi target perencanaan material yang optimal sehingga mendapatkan total biaya yang minimal.

## 1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian tugas akhir ini adalah bagaimana membuat evaluasi dan pemilihan waktu pengadaan *spare parts* untuk APU agar mampu mengurangi deviasi TAT *maintenance* dan meminimasi total biaya pengadaan *spare parts*.

## 1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Mengidentifikasi *part number* mana yang digunakan untuk simulasi.
2. Menghitung jumlah *demand* untuk setiap *part number* dengan model *Neural Network* dan simulasi Monte Carlo.
3. Menghitung total biaya dan total TAT *maintenance* untuk masing-masing alternatif waktu pengadaan.
4. Melakukan pemilihan alternatif waktu pengadaan *spare parts* (bulanan, *quaterly*, *direct purchase*) untuk mendapatkan waktu pengadaan yang terbaik berdasarkan pada jumlah rating terbesar.
5. Melakukan analisa sensitivitas untuk mengetahui pengaruh dari kriteria-kriteria yang terkait dalam mempengaruhi keputusan yang harus diambil.

## 1.4 Manfaat

Memberikan rekomendasi bagi perusahaan mengenai evaluasi pengadaan dan keputusan pemilihan waktu pengadaan yang paling tepat untuk *spare parts* APU agar lebih optimal terutama untuk meminimalisasi terjadinya deviasi TAT *maintenance* tetapi tetap meminimalisasi biaya investasi.

## 1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

### 1.5.1 Batasan

- Pengamatan dilakukan di *engine shop* PT GMF AA.
- Jenis APU hanya pada tipe GTCP 85 H/J/K.
- Data material yang diamati merupakan material dari APU GTCP 85 H/J/K.
- Kelas material yang diamati adalah kelas *expendable* dan *repairable*.
- Data referensi merupakan data tahun 2008-April 2010 diambil dari SAP, *progress report engine maintenance*, PD Sheet *engine maintenance*.

### 1.5.2 Asumsi

- Harga tiap *spare parts* tetap.
- *Stock out cost* 7% dari harga pembelian.
- *Forecast* tidak mempertimbangkan jadwal removal.
- *Flow process* pembelian *spare parts* dan repair APU tidak mengalami perubahan.
- Bulan mei dan juni masuk ke dalam *planning*.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan berisi tentang kerangka penulisan laporan tugas akhir yang terdiri dari :

### BAB I PENDAHULUAN

Bab I berisi tentang latar belakang diadakannya penelitian yang berisi fakta-fakta dari objek penelitian dan harapan yang ingin dicapai pada penelitiannya, perumusan masalah sebagai akibat adanya gap antara fakta yang ada dan harapan diadakannya penelitian, tujuan dilakukannya penelitian, manfaat dilakukannya

penelitian, serta batasan dan asumsi yang digunakan dalam penelitian ini.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab II ini berisi tentang semua referensi yang mendukung sebuah penelitian layak diadakan. Materi yang ada di bab ini akan membantu dalam penyelesaian masalah pada penelitian. Materi ini berupa teori dan pendekatan metode untuk menyelesaikan kasus. Biasanya referensi berasal dari buku, jurnal, artikel yang sumbernya bisa dipertanggung jawabkan.

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini membahas mengenai tahapan-tahapan yang dilakukan penulis dalam pemecahan masalah pada penelitian. Tahapan tersebut meliputi identifikasi masalah, pengumpulan dan pengolahan data, analisa dan interpretasi data, serta kesimpulan dan saran dari hasil penelitian. Pada bab ini pulalah ada tahapan metode apa yang akan digunakan dan langkah metode tersebut dalam memecahkan permasalahan seperti apa.

## **BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Pada bab ini dibahas mengenai pengumpulan data, baik data primer maupun data sekunder yang diperoleh dari perusahaan yang kemudian disusun secara sistematis. Setelah itu data tersebut diolah dengan metode-metode yang telah ditetapkan sebelumnya dan kemudian menyajikan hasil pengolahan data tersebut.

## **BAB V ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN**

Bab V menjelaskan tentang hasil dari pengolahan data yang dilakukan pada bab sebelumnya.



## BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi penarikan kesimpulan dari pengolahan data yang dilakukan dan pengusulan saran kepada perusahaan serta untuk kemajuan penelitian selanjutnya.

## BAB VII METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai tahapan-tahapan yang dilakukan penulis dalam pemecahan masalah pada penelitian. Tahapan tersebut sebagai alternatif masalah, pengumpulan dan pengolahan data, menganalisis dan interpretasi data serta kesimpulan dan saran dari hasil penelitian. Pada bab ini dibahas ada tahapan metode yang digunakan dan langkah metode tersebut dalam metode penelitian ini seperti apa.

## BAB VIII PENGELOMPOKAN/ PENGOBAHAN DATA

Bab ini membahas mengenai pengumpulan data dari data primer dan data sekunder yang diperoleh dari penelitian yang kemudian diolah secara sistematis sehingga menjadi informasi yang akurat-mutakhir yang telah diteliti sebelumnya yang kemudian dianalisis dan pengolahan data tersebut.

## BAB IX ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Bab V membahas tentang hasil dari pengolahan data yang dilakukan pada penelitian.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dibahas mengenai konsep dan teori yang digunakan sebagai acuan untuk memecahkan permasalahan dalam penelitian ini.

### 2.1 *Auxiliary Power Unit* (APU)

#### 2.1.1 Definisi *Auxiliary Power Unit* (APU)

APU merupakan perangkat yang berfungsi untuk memberikan energi pada kendaraan terutama pesawat. Tujuan utama dari APU adalah untuk memberikan kekuatan mesin utama pesawat. Mesin turbin besar, rotor yang dipercepat untuk kecepatan rotasi yang tinggi memberikan kompresi udara yang cukup untuk operasi mandiri.

APU memberikan energy untuk mesin pesawat dalam dua tahap. Pertama, APU dimulai oleh sebuah motor listrik atau hidrolis, dengan kekuatan yang diberikan oleh baterai, akumulator, atau sumber daya eksternal (*ground power unit*). Setelah APU mempercepat kecepatan penuh, hal itu dapat memberikan jumlah kekuatan yang lebih besar untuk memulai mesin pesawat utama, baik dengan memutar sebuah generator listrik atau pompa hidrolis atau menyediakan udara tekan untuk turbin udara dari motor starter.

APU pada pesawat menghasilkan 3 energi yang berfungsi untuk menggerakkan mesin utama pesawat. Energi tersebut meliputi *Air Flow*, *Pressure*, dan *Shaft Load*. *Air Flow* merupakan masa udara yang dipindahkan dari APU ke mesin utama pesawat. Ketiga energi yang dihasilkan oleh APU inilah yang berfungsi untuk menggerakkan mesin pesawat.

#### 2.1.2 Klasifikasi *Auxiliary Power Unit* (APU)

APU sangat beragam macamnya seperti GTCP 85, GTQ 36, TSCP 700, dll. Jenis APU berkembang macamnya seiring



dengan tuntutan teknologi pesawat yang semakin berkembang. Dalam penelitian ini dibahas hanya GTCP 85 oleh sebab itu tinjauan pustakanya lebih ke jenis APU CTCP 85. Nama APU ini memiliki arti tertentu karena GTCP merupakan sebuah singkatan dari (*Gas, Turbin, Compressor, Pressure*). APU GTCP 85 dibagi ke dalam 2 komponen besar yaitu *in line* dan *off set*. Tetapi dalam dunia industri MRO jenis *in line* lebih banyak ditemukan. GTCP 85 *in line* juga dibagi lagi dalam 2 kelompok besar *Single Piece* dan *Double Piece*. Perbedaan kedua jenis ini adalah pada kekuatan yang dihasilkan dan pada gerakan *wheel* dan *shaft* dari APU tersebut. Kekuatan *single piece* lebih kecil dibandingkan dengan *double piece* hal ini disebabkan pada *single* hanya memiliki *shaft* dan *wheel* keduanya bergerak secara tegak lurus. Sedangkan untuk *double* memiliki *shaft*, *wheel*, *exducer* gerakannya saling sejajar sehingga menghasilkan *air flow*, *pressure*, dan *shaft load* lebih besar. Dibawah ini merupakan tabel jenis APU GTCP 85 dan pengaplikasiannya terhadap pesawat jenis apa.

Tabel 2.1 Jenis GTCP85

APU	AIRCRAFT APPLICATION	TYPE
GTCP85-90	GPU	<i>double piece</i>
GTCP85-98	B-727-100	<i>double piece</i>
GTCP85-98C/CK	B-727-200	<i>single piece</i>
GTCP85-98CK[A]	L-100	<i>single piece</i>
GTCP85-98CK[B]	B-707-CVN	<i>single piece</i>
GTCP85-98C[C]	B-727-200	<i>single piece</i>
GTCP85-98CK[D]	DC-8-70	<i>single piece</i>
GTCP85-98D	Dc-9	<i>double piece</i>
GTCP85-98W	DC-9[TWA]	<i>single piece</i>



Tabel 2.1 Jenis GTCP85

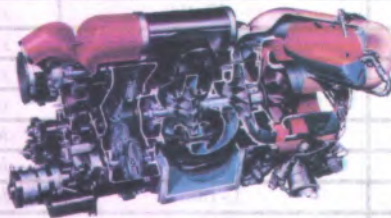
APU	AIRCRAFT APPLICATION	TYPE
GTCP85-98DCK	DC-9	<i>single piece</i>
GTCP85-98DC[A]	DC-9	<i>double piece</i>
GTCP85-98DC[B]	MD-80	<i>double piece</i>
GTCP85-98DC[C]	MD-80	<i>double piece</i>
GTCP85-98DHF	MD-80	<i>single piece</i>
GTCP85-98DHF[A]	MD-80	<i>single piece</i>
GTCP85-98DHF[B]	MD-80	<i>single piece</i>
GTCP85-98DHF[C]	MD-80	<i>single piece</i>
GTCP85-99	CARA	<i>double piece</i>
GTCP85-115	BAC1-11	<i>double piece</i>
GTCP85-115C/CK	BAC1-11	<i>single piece</i>
GTCP85-115H	TRI 3B	<i>single piece</i>
GTCP85-129	B-737	<i>single piece</i>
GTCP85-129[A]	B-737	<i>double piece</i>
GTCP85-129[B]	B-737	<i>double piece</i>
GTCP85-129[C]	B-737-300	<i>double piece</i>
GTCP85-129[D]	B-737	<i>double piece</i>
GTCP85-129[E]	B-737-200 (US AIR)	<i>double piece</i>
GTCP85-129[F]	B-737-300	<i>double piece</i>
GTCP85-129[G]	B-737-300	<i>double piece</i>
GTCP85-129CK	B-737-300	<i>single piece</i>
GTCP85-129[H]	B-737-300/400	<i>single piece</i>
GTCP85-129[J]	B-737-400	<i>single piece</i>
GTCP85-129[K]	B-737-400	<i>single piece</i>
GTCP85-129CKA	B-737-300/400/500	<i>single piece</i>
GTCP85-129CKB	B-737-300/400	<i>single piece</i>
GTCP85-139H	TRI 1/2E	<i>double piece</i>
GTCP85-163CK	MERCURE	<i>double piece</i>
GTCP85-180L	L-188	<i>double piece</i>
GTCP85-184	GPU	<i>single piece</i>
GTCP85-184A	GPU	<i>single piece</i>
GTCP85-185L	L-382	<i>single piece</i>
GTCP85-185L[A]	L-382	<i>double piece</i>

### 2.1.3 Bagian *Auxiliary Power Unit* (APU)

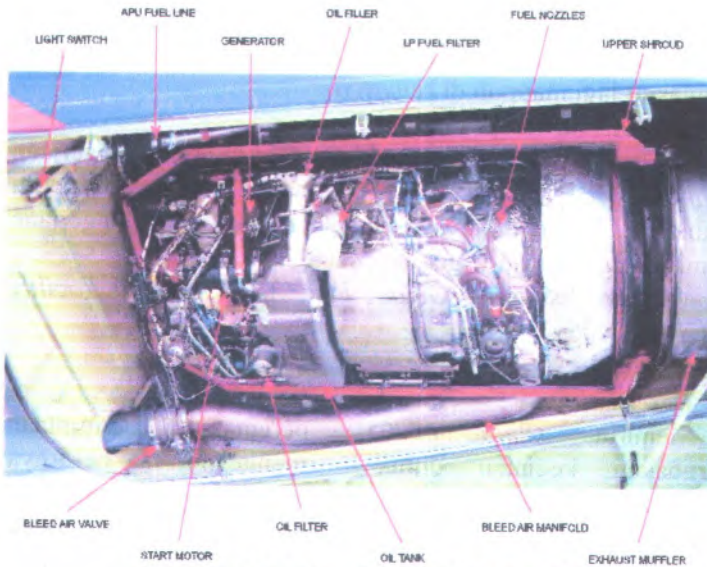
APU GTCP85 memiliki 3 bagian utama yaitu:

- Gearbox
- Compressor
- Turbin

Kekuatan berada pada bagian generator gas mesin menghasilkan semua daya poros untuk APU. Beban kompresor umumnya merupakan poros kompresor terpasang pneumatik yang memberikan kekuatan bagi pesawat. Ada dua perangkat penting dalam APU panduan inlet baling-baling yang mengatur aliran udara ke beban kompresor dan katup kontrol gelombang yang mempertahankan gelombang tetap stabil. Bagian ketiga adalah gearbox. Transfer daya gearbox dari poros utama mesin untuk minyak *cooled* generator listrik. Dalam gearbox, kekuatan juga ditransfer ke mesin aksesoris seperti unit kontrol bahan bakar, seperti lube modul dan kipas pendingin. Selain itu, ada juga sebuah motor starter terhubung untuk melakukan fungsi mulai dari APU. Gambar 2.1 di bawah ini merupakan gambar APU GTCP85 dan beberapa komponen penyusunnya.



Gambar 2.1(a) APU GTCP 85



Gambar 2.1(b) Bagian APU GTCP 85

#### 2.1.4 Klasifikasi Perawatan *Auxiliary Power Unit* (APU)

Perawatan APU di PT.GMF AA ada 3 jenis yaitu *Light Repair* (Inspeksi), *Medium Repair*, *Heavy Repair* (Overhaul). Masing- masing repair tentunya memiliki *workscope* berbeda-beda.

##### 1. *Heavy Repair* (Overhaul)

APU mengalami proses overhaul ketika pengerjaan *maintenance* meliputi *disassembly* beban turbin dan kompresor secara lengkap, bagian yang diperiksa detail untuk setiap IRM. Sering disebut juga sebagai perombakan APU.

##### 2. *Medium Repair*

APU mengalami proses *Medium Repair* jika pengerjaan *maintenance* merupakan pengerjaan *disassembly* gearbox lengkap, *disassembly* beban kompresor lengkap maupun sebagian, *disassembly* turbin lengkap atau sebagian, *disassembly* lengkap dari semua bagian seperti gearbox,

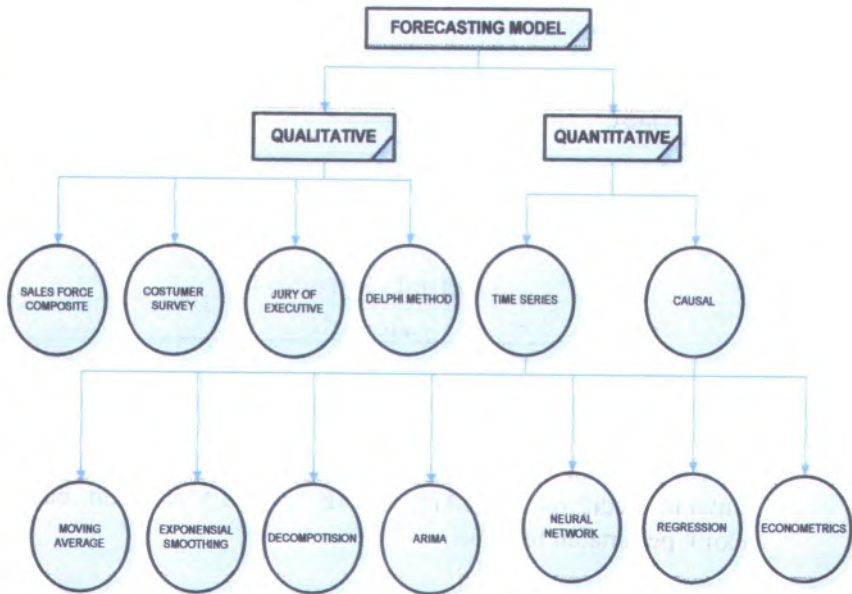
turbin, kompresor untuk memperbaiki ketidaksesuaian yang mempengaruhi operasi APU yang mana partnya bisa digunakan lagi maupun di *removed*.

### 3. *Light Repair* (Inspeksi)

APU mengalami proses *Light Repair* jika pengerjaan *maintenance* merupakan pengerjaan eksternal seperti kalibrasi, *electrical harness*, penggantian LRU, pengerjaan plumbing, *disassembly* gearbox sebagian. (*Workscope Planning Guide For APU Repair Facility GTCP85*, 2005)

## 2.2 *Forecasting*

Menurut (*Pujawan, 2005*) peramalan permintaan merupakan kegiatan untuk mengestimasi besarnya permintaan terhadap barang atau jasa pada suatu periode dan wilayah pemasaran tertentu. Ramalan bisa dibuat untuk periode harian, mingguan, bulanan atau tahunan. Peramalan yang tidak tepat akan menimbulkan permasalahan pada perencanaan persediaan barang. Oleh sebab itu, di butuhkan metode peramalan yang akurat untuk meminimasi terjadinya masalah. Selain metode yang lebih baik di perlukan juga data yang lebih komprehensif, melakukan kolaborasi dengan pihak lain serta memilih tingkat agregasi yang tepat. Teknik peramalan dapat dibedakan seperti gambar 2.2.



Gambar 2.2 Metode Forecast

### 2.2.1 Mengukur *Error Forecasting*

Metode yang digunakan dalam peramalan harus tepat oleh sebab itu harus ada pengukuran untuk metode peramalan yang terbaik. Ada 3 bentuk evaluasi teknik peramalan yaitu *Mean Absolute Deviation* (MAD), *Mean Square Error* (MSE) dan *Mean Absolute percentage Error* (MAPE). Perhitungan untuk ketiga teknik tersebut mengikuti persamaan 2.1-2.3 dibawah ini.

- MAD

$$\text{BIAS} = \frac{\sum (\text{Actual} - \text{Forecast})}{n} = \frac{\sum \text{Error}}{n}$$

(2.1)



- MSE

$$\text{MSE} = \frac{\sum (\text{Actual} - \text{Forecast})^2}{n} = \frac{\sum (\text{Error})^2}{n}$$

(2.2)

- MAPE

$$\text{MAPE} = \frac{\sum \frac{|\text{Actual} - \text{Forecast}|}{\text{Actual}} * 100\%}{n}$$

(2.3)

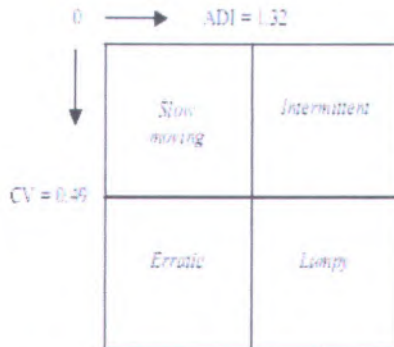
Kesimpulan dari evaluasi teknik peramalan ini adalah semakin kecil nilai (MAD, MSE, MAPE) semakin baik teknik peramalan tersebut.

### 2.2.2 Klasifikasi Demand

*Demand* tentunya memiliki karakteristik berbeda-beda untuk setiap kasus. Menurut (Ghobbar and Friend, 2002) karakteristik *demand* dibedakan menjadi 4 yaitu :

- 1) *Slow Moving demand* merupakan karakteristik *demand* untuk interval dan jumlah setiap kali permintaan tidak ada variasi yang besar.
- 2) *Stricly Intermittent demand* merupakan karakteristik *demand* yang memiliki karakteristik tidak ada variasi besar untuk jumlah kuantitas tetapi banyak periode yang tidak ada permintaan *demand*.
- 3) *Eratic demand* karakteristik *demand* dimana jumlah permintaan untuk tiap periode *irregular*.
- 4) *Lumpy demand* merupakan karakteistik dimana secara random jumlah permintaan nol untuk beberapa periode dan jumlah *demand*-nya signifikan dengan periode permintaan yang lain.

Karakteristik *demand* dapat di ketahui dengan menghitung nilai *Coefficient Variance* (CV) dan *Average Demand Interval*-nya (ADI). ( *Ghobbar and Friend, 2002* ) membagi karakteristik ke dalam 4 kuadran dimana sebagai batas sumbunya adalah nilai  $CV = 0.49$  dan  $ADI = 1.32$  seperti pada Gambar 2.3 di bawah ini.



Gambar 2.3 Grafik Karakteristik *Demand*

Menurut (*Willemain et all, 2004*) dari gambar 2.3 diterjemahkan sebagai berikut :

1. Jika  $ADI \leq x$ ,  $CV^2 \leq y$  karakteristik *Slow moving (Smooth) demand*
2. Jika  $ADI > x$ ,  $CV^2 \leq y$  karakteristik *Intermittent demand*
3. Jika  $ADI > x$ ,  $CV^2 > y$  karakteristik *Lumpy demand*
4. Jika  $ADI \leq x$ ,  $CV^2 > y$  karakteristik *Erratic (Irregular) demand*

Menurut (*Willemain et all, 2004*) ada beberapa metode *forecast* untuk meramalkan permintaan dengan karakteristik yang berbeda-beda diantaranya sebagai berikut.

- *Additive/multiplicative winter (AW/M)*
- *Single exponential smoothing (SES)*
- *Adaptive response rate single exponential smoothing (ARRSES)*
- *Moving averages (generic i-period) [MA(i)]*
- *Weighted moving averages (WMA)*
- *Exponentially weighted moving average (EWM)*
- *Trend adjusted exponential smoothing (TAES)*
- *Croston (CR)*
- *Neural Network*

### 2.3 Forecasting Neural Network

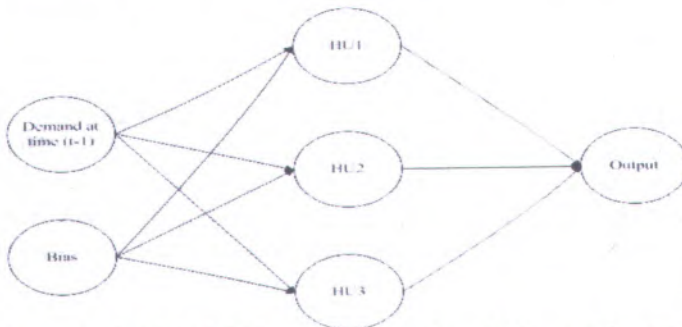
Menurut hill et al (1996) statistik *time series* dapat mengestimasi fungsi dari hubungan variable independen dan variable dependen. Tetapi, estimasi ini tidak flexible untuk modifikasi hingga model terbangun. Tradisional model dapat juga gagal ketika data membutuhkan transformasi. Ketika ada outlier dalam sebuah data maka estimasi model menjadi bias. Model disini membutuhkan kalibrasi untuk merekam semua data historis, alhasil model *time series* tradisional kadang-kadang tidak bisa meng-*capture* pola nonlinier data. *Neural Network* Model merupakan pilihan untuk mengatasi keterbatasan tersebut. NN model dapat mengestimasi banyak fungsi hubungan. NN model dapat digunakan untuk model linier maupun model non-linier. Flexible dan nonlinier merupakan kelebihan dari model NN.

Menurut hill et al (1994) dalam cacatannya dituliskan bahwa NN model digunakan dalam teknik *forecasting*. Dalam sebuah penelitian model NN dibandingkan dengan 6 model *time series*, ditemukan bahwa nilai MAPE dari NN model lebih baik dibandingkan keenam model tersebut. Telah diaplikasikan pula NN model digunakan untuk melakukan *forecasting lumpy demand*. Carmo dan Rodrigues telah

mengaplikasikan NN modeling pada 10 bidang *time series* yang tidak teratur. Dalam penelitian dibuktikan pula bahwa NN model terbukti lebih baik digunakan untuk *forecast lumpy demand* dibandingkan dengan metode tradisional lainnya.

### 2.3.1 Neural Network Models

Terdapat banyak metode dalam literatur NN yang flexible digunakan untuk model nonlinier, dalam penelitian kali ini metode yang digunakan adalah *multi-layered perceptron* (MLP) dengan *back-propagation* (BP) *algorithm*. Pembahasan untuk BP *algorithm* akan dibahas pada sub bab berikutnya. Digunakan 3 layer untuk MLP yaitu satu input layer untuk input variable, satu hidden unit layer, dan satu output layer. Input node merepresentasikan 2 variabel yaitu *demand* pada periode sebelumnya dan frekuensi periode tidak terdapat transaksi permintaan. Output dari model ini merupakan *demand* dalam periode tertentu. Model *architecture* dari NN ditunjukkan pada gambar 2.4 dibawah ini.



Gambar 2.4 Model *Neuron Network* untuk *lumpy demand*

### 2.3.2 Back Propagation Algorithm

*Artificial Neural Networks* (ANN) dikenal sejak tahun 1940 telah banyak diimplementasikan di segala bidang

keilmuan. ANN banyak digunakan untuk melakukan peramalan atau prediksi. Menurut (Santosa, 2007) ANN menjadi salah satu pilihan ketika rumusan persoalan tidak bisa di selesaikan secara analitik. Dengan mengasumsikan adanya *black box* yang tidak tahu isinya *Neural Network* akan menemukan pola hubungan antara input output melalui fase training. Struktur jaringan NN ditunjukkan pada Gambar 2.4. Elemen-elemen dasar neuron adalah:

1. Set sinapsis atau *link* penghubung, ditandai dengan adanya bobot atau kekuatan dari *link* ini. Suatu signal  $x_j$  pada sinapsis  $j$  dihubungkan ke neuron  $k$  dikalikan dengan bobot  $w_{kj}$ . Perlu dicatat bagaimana indeks pada bobot sinapsis  $w_{kj}$  ini dituliskan. Indeks pertama yaitu  $k$  menunjukkan neuron dan indeks kedua  $j$  menunjukkan input ke berapa.
2. Penambah, yaitu untuk menjumlahkan signal input yang diberi bobot. Operasi ini adalah kombinasi linear.
3. Fungsi aktivasi (*activation function*) untuk membatasi besarnya output dari suatu neuron.

Menurut (Santosa, 2007) pada model neuron gambar 2.4 terdapat bias yang dinyatakan sebagai  $b_k$  atau  $w_{k0}$ . Bias mempunyai fungsi untuk menaikkan atau menurunkan net input untuk fungsi aktivasi, tergantung nilainya positif atau negatif. Neuron  $k$  bisa didiskripsikan secara matematis pada persamaan 2.4 di bawah ini.

$$u_k = \sum_{j=1}^p w_{kj} \cdot x_j \quad (2.4)$$

dan untuk kemudian hasil dari persamaan tersebut akan menjadi inputan bagi fungsi aktivasi untuk mendapatkan tingkat derajat signal keluaran pada neuron.

Macam fungsi aktivasi  $\phi(\cdot)$  yang bisa dipakai dalam *Neural Network* adalah :

1. Fungsi Threshold

Grafik fungsi threshold dapat dilihat pada gambar 2.5 dan persamaanya memiliki dua output yang ditunjukkan pada persamaan 2.5.

$$\varphi(v) = \begin{cases} 1 & \text{if } v \geq 0 \\ 0 & \text{if } v < 0 \end{cases} \quad (2.5)$$



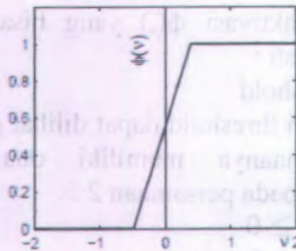
Gambar 2.5 Grafik Fungsi Threshold

2. Fungsi Linear Piecewise

Grafik fungsi Linear Piecewise dapat dilihat pada gambar 2.6 dan persamaanya memiliki tiga output yang ditunjukkan pada persamaan 2.6.

$$\varphi(v) = \begin{cases} 1, & v \geq \frac{1}{2} \\ v + \frac{1}{2}, & -\frac{1}{2} < v < \frac{1}{2} \\ 0, & v \leq -\frac{1}{2} \end{cases}$$

(2.6)

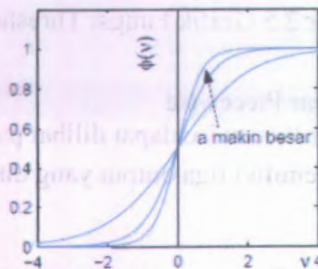


Gambar 2.6 Grafik Fungsi Linear-pieewise

### 3. Fungsi Sigmoid

Grafik fungsi Sigmoid dapat dilihat pada gambar 2.7 dan persamaanya memiliki tiga output yang ditunjukkan pada persamaan 2.7

$$\Phi(v) = 1 / 1 + \exp(-av) \quad (2.7)$$



Gambar 2.7 Grafik Fungsi Sigmoid

Ada beberapa syarat suatu fungsi bisa menjadi fungsi aktivasi  $\phi(\cdot)$ .

#### 1. Nonlinear

Dengan memakai fungsi aktivasi yang tidak linier akan memperbaiki kemampuan *network* dalam melakukan tugasnya.

## 2. Saturate

Suatu fungsi dinamakan saturate bila mempunyai output dengan nilai minimum dan maksimum. Dengan demikian akan menjaga nilai bobot  $w$  dan bias  $b$  *bounded* (terbatas). Sehingga, waktu yang dibutuhkan untuk training menjadi terbatas juga.

## 3. Kontinuitas dan *smoothness*

Dengan syarat ini suatu fungsi aktivasi  $\phi(\cdot)$  dan  $\phi'(\cdot)$  terdefinisi dalam *range* dari argumennya. Ini sangat penting seperti dalam *back-propagasi* dimana kita memerlukan turunan  $\phi'(\cdot)$ .

Macam fungsi aktivasi yang sering digunakan dalam ANN adalah persamaan 2-8 dan 2.9 dibawah ini.

### a. Fungsi Sigmoid

$$f(x) = 1 / 1 + e^{-ax}, \text{ dimana } a > 0 \quad (2.8)$$

### b. Fungsi Tangent Hyperbolic

$$f(x) = \text{atanh}(bx), \text{ dimana } (a,b) > 0 \quad (2.9)$$

Ada beberapa hal yang perlu di perhatikan saat mendesain model *Neural Network* meliputi:

- Tipe network
- Jumlah layer
- Banyaknya simpul/nod
- Fungsi transfer atau *activation function* dalam setiap layer
- Jumlah *epoch/iterasi* yang digunakan untuk mentraining

Fokus pembahasan *Neural Network* adalah *back propagation* karena jenis NN ini yang akan digunakan untuk membentuk model peramalan untuk *demand* yang memiliki karakteristik *lumpy*. Menurut *Laurance Fausett* pada bukunya



"Fundamental of Neural Network" jaringan *back propagation* memiliki 3 tahapan yaitu : *feedforward* dari pola input training, perhitungan error dari *backpropagation*, dan pembaharuan (*adjustment*) bobot dan bias. Berikut adalah ringkasan bagaimana *back propagation network* bekerja menurut (Santosa, 2007) :

### 1. Feedforward

Langkah-langkah untuk *Feedforward* mengikuti persamaan 2.10-2.15 dibawah ini.

- Hitung signal input.

$$z_{in} = \text{bias} + \sum w_k \quad (2.10)$$

- Terapkan fungsi aktivasi, dan hasilnya merupakan input bagi unit untuk layer berikutnya.

$$z_n = \varphi(z_{in}) \quad (2.11)$$

- Hitung signal input.

$$z_{inj} = v_{oj} + \sum_{h=1}^a z_h v_{hj} \quad (2.12)$$

- Terapkan fungsi aktivasi, dan hasilnya digunakan untuk input bagi simpul output.

$$z_{zj} = \varphi(z_{inj}) \quad (2.13)$$

- Jumlahkan signal output

$$Y_{in} = w_o + \sum_{j=1}^p z_{zj} w_j \quad (2.14)$$

- Terapkan fungsi aktivasi

$$y = \varphi(y_{in}) \quad (2.15)$$

### 2. Back Propagation

Langkah-langkah untuk *Feedforward* mengikuti persamaan 2.16-2.30 dibawah ini.

- a. Untuk setiap unit  $Y_k$

$$e = d - y \quad (2.16)$$

b. Untuk titik data yang sekarang

- Kalikan dengan turunan dari fungsi aktivasi.

$$\delta = e\phi'(y_{in}) \quad (2.17)$$

- Hitung perubahan bobot.

$$\Delta w_j = \eta \delta z_j \quad (2.18)$$

- Hitung perubahan bias.

$$\Delta w_0 = \eta \delta \quad (2.19)$$

- Dan  $\delta$  dikirim ke unit hidden  $ZZ_j$

c. Untuk setiap unit hidden  $ZZ_j, j = 1, \dots, p$ .

- Jumlahkan input dengan bobot dari layer di atas.

$$\delta_{inj} = \sum_{j=1}^p \delta w_j \quad (2.20)$$

- Lalu dikalikan dengan turunan fungsi aktivasi, hasilnya

$$\delta_j = \delta_{inj} \phi'(z_{inj}) \quad (2.21)$$

- Hitung koreksi bobot untuk meng-update  $v_{ij}$

$$\Delta v_{ij} = \eta \delta_j x_i \quad (2.22)$$

- Hitung koreksi bias untuk meng-update  $v_{0j}$

$$\Delta v_{0j} = \eta \delta_j \quad (2.23)$$

- Dan masukkan  $\delta_j$  ke unit hidden ( $Z_h, h = 1, \dots, q$ )

d. Untuk setiap unit hidden ( $Z_h, h = 1, \dots, q$ )

- a. Jumlahkan input berbobot dari unit-unit di layer di atas untuk mendapatkan

$$\Delta_{in_h} = \sum_{j=1}^p \delta v_{hj} \quad (2.24)$$

b. Kalikan dengan turunan fungsi aktivasinya

$$\delta h = \delta_{inh} \varphi'(z_{inh}) \quad (2.25)$$

▪ Hitung koreksi bobot untuk meng-update  $v_{ij}$

$$\Delta v_{ih} = \eta \delta h x_i \quad (2.26)$$

▪ Hitung koreksi bias untuk meng-update  $v_{0j}$

$$\Delta v_{0h} = \eta \delta h \quad (2.27)$$

### 3. Update untuk bobot dan bias

▪ Untuk setiap unit output ( $j = 0, \dots, p$ ;  $k = 1, \dots, m$ )

$$w_{jk}(\text{new}) = w_{jk}(\text{old}) + \delta w_{jk} \quad (2.28)$$

▪ Untuk setiap unit hidden  $z_j$  ( $h = 0, \dots, q$ ;  $j = 1, \dots, p$ )

$$h_j(\text{new}) = h_j(\text{old}) + \delta h_j \quad (2.29)$$

▪ Untuk setiap unit hidden  $z_h$  ( $i = 0, \dots, n$ ;  $h = 1, \dots, q$ )

$$i_h(\text{new}) = i_h(\text{old}) + \delta i_h \quad (2.30)$$

## 2.4 Analytic Hierarchy Proses (AHP)

AHP (*Analytical Hierarchy Process*) merupakan suatu model pendukung keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty. AHP menguraikan masalah multi faktor atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hirarki. Menurut Saaty (1983), hirarki didefinisikan sebagai suatu representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur multi level dimana level pertama adalah tujuan, yang diikuti oleh level faktor, kriteria, sub kriteria dan seterusnya ke bawah hingga level terakhir dari alternatif. Dengan hirarki, suatu masalah yang kompleks dapat diuraikan ke dalam kelompok-kelompoknya yang kemudian diatur menjadi suatu bentuk hirarki, sehingga permasalahan akan

tampak lebih terstruktur dan sistematis. AHP digunakan untuk menyelesaikan suatu permasalahan yang kompleks atau tidak berkerangka dimana data dan informasi statistik dari masalah yang dihadapi sangat sedikit atau lebih bersifat kualitatif, didasarkan atas persepsi, pengalaman dan intuisi. Sehingga permasalahan yang ada dapat dirasakan dan dicermati, namun kelengkapan data numerik tidak menunjang untuk memodelkan permasalahan secara kuantitatif.

Saaty (1986), menyebutkan beberapa kelebihan dari metode AHP yaitu :

- Kesatuan (*Unity*)  
AHP membuat permasalahan yang luas dan tidak terstruktur menjadi suatu model yang fleksibel dan mudah dipahami.
- Kompleksitas (*Complexity*)  
AHP memecahkan permasalahan yang kompleks melalui pendekatan system dan pengintegrasian secara deduktif.
- Saling ketidaktergantungan (*Interdependence*)  
AHP dapat digunakan pada elemen-elemen system yang saling bebas dan tidak memerlukan hubungan linear.
- Struktur hirarki (*Hierarchi Structuring*)  
AHP memiliki mewakili pemikiran alamiah yang cenderung mengelompokkan elemen sistem ke level yang berbeda dan masing-masing level berisi elemen yang serupa.
- Pengukuran (*Measurement*)  
AHP menyediakan skala pengukuran dan metode untuk mendapatkan prioritas.
- Konsistensi (*Consistency*)  
AHP mempertimbangkan konsistensi logis dalam penilaian yang digunakan untuk menentukan prioritas.
- Sintesis (*Synthesis*)  
AHP mengarah pada perkiraan keseluruhan mengenai seberapa diinginkannya masing-masing alternatif.

- *Trade Off*  
AHP mempertimbangkan prioritas relatif faktor-faktor pada sistem sehingga orang mampu memilih alternatif terbaik berdasarkan tujuan mereka.
- Penilaian dan Konsensus (*Judgement and Consensus*)  
AHP tidak mengharuskan adanya suatu konsensus tapi menggabungkan penilaian yang berbeda.
- Pengulangan Proses (*Process Repetition*)  
Aplikasi dan penggunaan AHP sangat luas, misalnya :
  1. Merangking *multiple alternative*
  2. Analisa sensitifitas
  3. Formula strategi
  4. Analisa manfaat biaya
  5. Alokasi sumber daya

- **Prosedur Penyelesaian Masalah dengan AHP**

Prosedur penyelesaian masalah dengan menggunakan metode AHP adalah sebagai berikut :

1. Konstruksi Hirarki

Masalah yang kompleks dapat lebih mudah dipahami melalui konsep hirarki. Dalam hal ini masalah tersebut diuraikan dalam elemen-elemen yang bersangkutan kemudian elemen-elemen tersebut di susun secara hirarki kemudian dilakukan penilaian atas elemen-elemen tersebut dan akhirnya keputusan diambil berdasarkan penilaian yang telah dilakukan. Proses penyusunan elemen-elemen secara hirarkis meliputi pengelompokan elemen-elemen ke dalam komponen yang sifatnya homogen dan menyusun komponen-komponen tersebut dalam level hirarki yang tepat. Secara umum hirarki dapat dibagi atas dua jenis yaitu :

- 1) Hirarki Struktural

Dalam hirarki struktural penyusunan elemen-elemen berdasarkan ciri atau besaran tertentu seperti jumlah,

bentuk, ukuran atau warna. Pada hirarki struktural hubungan diantara level bukan hubungan saling mempengaruhi melainkan hubungan yang didasarkan atas ciri dan besaran tertentu.

## 2) Hierarki Fungsional

Dalam hierarki fungsional penyusunan elemen-elemennya sesuai dengan hubungan esensialnya. Pada hierarki ini level yang satu mempengaruhi level dibawahnya (apabila hierarki linier).

## 2. Perbandingan Berpasangan

Proses perbandingan berpasangan ini menggunakan bilangan/skala yang mencerminkan tingkat kepentingan/preferensi suatu elemen keputusan dengan elemen keputusan lain dalam level hierarki yang sama. Hal ini membantu pengambil keputusan dalam membandingkan masing-masing elemen keputusan, karena dalam setiap perbandingan berpasangan mereka hanya berkonsentrasi pada dua diantaranya (Saaty, 1990). Tabel 2.3 berikut ini menunjukkan skala perbandingan berpasangan yang digunakan dalam AHP.

Tabel 2.2. Skala Perbandingan Berpasangan

Skala	Definisi
1	Kedua Kriteria sama Pentingnya
3	Salah satu Kriteria sedikit lebih penting daripada kriteria lain
5	Salah satu kriteria secara signifikan lebih penting dari kriteria lain
7	Salah satu jauh lebih penting daripada lain
9	Salah satu absolut lebih penting daripada lain
2,4,6,8	Nilai tengah-tengah

Misalkan elemen yang dibandingkan adalah  $a_1, a_2, \dots, a_n$  dengan bobot masing-masing  $w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$  kemudian dilakukan matriks perbandingan berpasangan dimana kolom-

kolomnya merupakan rasio bobot masing-masing elemen terhadap elemen lain. Jadi nilai perbandingan berpasangan

$a_{ij} = \frac{w_i}{w_j}$  merupakan perbandingan bobot elemen  $i$  terhadap

elemen  $j$  untuk  $i, j = 1, 2, 3, \dots, n$ , sehingga di dapat matriks perbandingan berpasangan berikut :

$$A = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix} \dots \dots \dots (2.31)$$

Bila kedua elemen matrik yang dibandingkan memiliki bobot yang sama, maka nilai  $a_{ij}=1$ .

$$a_{ij} = w_i / w_j$$

$$a_{ij} = w_j / w_i = 1$$

dimana  $i, j = 1, 2, 3, \dots, n$ , dengan demikian didapatkan :

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot w_j / w_i = n \quad \text{atau}$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot w_j = n \cdot w_i \dots \dots \dots (2.32)$$

Dimana  $i = 1, 2, 3 \dots, n$ , yang ekuivalen dengan persamaan :

$$Aw = n\bar{w}$$

Dalam bentuk matriks, persamaan tersebut menjadi :

$$\begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_n \end{bmatrix} = n \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_n \end{bmatrix} \dots \dots \dots (2.33)$$

Bila matrik  $A$  diketahui dan ingin diperoleh nilai  $w$ , maka dapat diselesaikan dengan mencari solusi  $(A - nI)W = 0$ , di

mana nilai I merupakan matrik identitas dan nilai 0 merupakan matrik S nol. Solusi bukan nol akan jika dan hanya jika  $n = \text{eigenvalue}$  matrik A ( $\lambda$ ) dan W merupakan eigenvektornya. Sehingga persamaannya menjadi

$$AW = \lambda W \dots\dots\dots (2.34)$$

Setelah *eigenvalue* matriks A tersebut diperoleh, misal  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_n$  dan mempunyai keunikan yaitu  $a_{ij} = 1$  dengan  $i = 1, 2, \dots, n$ , maka

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i = n \dots\dots\dots (2.35)$$

di sini semua *eigenvalue* bernilai nol, kecuali satu yang tidak nol yaitu  $\lambda_{\max}$ . Untuk mendapatkan nilai W, maka dapat dilakukan dengan mensubstitusikan harga  $\lambda_{\max}$  pada persamaan :

$$AW = \lambda_{\max} W \dots\dots\dots (2.36)$$

selanjutnya dapat diubah menjadi  $(A - \lambda_{\max}I)W = 0 \dots\dots\dots (2.37)$

Untuk mendapat harga nol, maka yang perlu di set adalah:

$$A - \lambda_{\max} I = 0 \dots\dots\dots (2.38)$$

Sehingga didapatkan  $\lambda_{\max}$ . Nilai vektor bobot W dapat dicari dengan mensubstitusikan nilai-nilai  $\lambda_{\max}$  ke persamaan (2.37)

dan ditambah dengan persamaan  $\sum_{i=1}^n W_i^2 = 1$ , maka akan

diperoleh bobot W yang merupakan *eigenvektor* yang bersesuaian dengan *eigenvalue* maksimum.



Selain cara di atas ada cara lain untuk mendapatkan bobot tiap kriteria yaitu dengan cara normalisasi sebagai berikut :

- a. Mencari dari hasil kali dari angka-angka setiap baris dan hasil tersebut di tarik akar pangkat dengan pangkat sebanyak jumlah angka yang dikalikan. Jika ada 3 kriteria yang dibandingkan dalam suatu matrik perbandingan, maka ada 3 angka setiap baris yang harus di cari hasil perkaliannya dan hasilnya harus diakar pangkat 3 dari semua kriteria.
- b. Menghitung total akar pangkat 3 dari semua kriteria.
- c. Membagi nilai akar pangkat 3 pada tiap baris terhadap totalnya sehingga didapat bobot tiap kriteria sehingga total bobot seluruh kriteria sama dengan 1, proses ini disebut proses normalisasi.
- d. Nilai  $\lambda_{max}$  didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian bobot tiap kriteria (*eigenvektor*) dengan nilai total tiap kolom.

### 3. Konsistensi

Konsistensi merupakan hal yang sangat penting dalam pengambilan keputusan. AHP mengukur konsistensi menyeluruh dari berbagai pertimbangan kita melalui rasio konsistensi. Nilai Rasio Konsistensi harus 10 % atau kurang. Jika rasio konsistensi lebih besar dari 10 % maka hal ini mengindikasikan bahwa pertimbangan yang diberikan mungkin agak acak dan perlu diperbaiki. Pengukuran konsistensi AHP dilakukan dalam dua tahap yaitu:

1. Tahap mengukur konsistensi matrik perbandingan. Pengukuran ini didasarkan pada eigenvalue maksimum  $Consistency\ Index\ (CI) = (\lambda_{max} - n) / (n - 1) \dots (2.39)$   
 $n =$  ukuran matriks.  
 Makin dekat *eigenvalue* dengan besarnya matrik, makin konsisten matrik tersebut. Nilai  $CI = 0$  mencerminkan perbandingan berpasangan yang konsisten sempurna.

Dengan melakukan simulasi bilangan random, Saaty (1980) menghasilkan CI untuk respon random judgement. Kemudian dikembangkan CR (*Consistency Ratio*) yang merupakan perbandingan CI untuk suatu judgement tertentu dengan CI dari "random judgement".

$$\text{Consistency Ratio (CR)} = \text{CI} / \text{RI} \dots\dots\dots(2.40)$$

RI = Random Index.

Berikut ini indeks random untuk beberapa ukuran matriks.

Tabel 2.3 Indeks Random

n	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Saaty telah menyarankan bahwa sebaiknya CR dibawah 10 % (0,1) untuk menunjukkan bahwa value judgement yang diberikan diterima, jika lebih dari 0,1 maka perlu peninjauan kembali.

2. Tahap mengukur Konsistensi seluruh hirarki.

$$\text{CRH} = \text{CIH} / \text{RIH} \dots\dots\dots(2.41)$$

Dimana :

CRH : Consistency Ratio Hierarchy

CIH : Consistency Index Hierarchy

RIH : Random Index Hierarchy

Batasan diterima tidaknya konsistensi suatu hirarki sama halnya dengan konsistensi matrik yaitu inkonsistensi sebesar 10 % ke bawah ialah tingkat inkonsistensi yang masih bisa diterima, nilai ini juga di dapat dari penelitian berulang-ulang dengan menggunakan simulasi bilangan random (Saaty, 1980).

## 2.5 Biaya-biaya dalam Sistem Persediaan

Biaya-biaya yang berpengaruh dalam kegiatan pemenuhan material maupun mengelola persediaan adalah sebagai berikut:

- 1) Biaya pembelian (*purchasing cost*)  
Biaya pembelian suatu item adalah harga pembelian per unit item bila item tersebut diperoleh dari sumber eksternal atau biaya produksi per unit bila item tersebut diproduksi secara internal.
- 2) Biaya pengadaan  
Biaya pengadaan dapat dibedakan menjadi 2 jenis, yakni:
  - Biaya pemesanan (*ordering cost*) yaitu semua pengeluaran yang timbul untuk mendatangkan barang dari luar.
  - Biaya pembuatan (*setup cost*), yaitu semua pengeluaran yang timbul dalam mempersiapkan produksi suatu barang.
- 3) Biaya penyimpanan (*holding cost*)  
Biaya penyimpanan adalah semua pengeluaran yang timbul akibat menyimpan barang, yang meliputi biaya memiliki persediaan, biaya usang, biaya kerusakan dan penyusutan barang, biaya kadaluarsa, biaya asuransi dan biaya administrasi dan pemindahan.
- 4) Biaya kekurangan persediaan (*shortage cost*)  
Adalah biaya atas kerugian karena terganggunya proses produksi dan kehilangan kesempatan untuk mendapatkan keuntungan akibat habisnya persediaan. Biaya ini dapat diukur dari:
  - Kuantitas yang tidak dapat dipenuhi, diukur dari keuntungan yang hilang karena tidak dapat memenuhi permintaan atau kerugian akibat terhentinya proses produksi.

- Waktu pemenuhan diukur berdasarkan waktu yang diperlukan untuk memenuhi gudang dengan satuan waktu
- Biaya pengadaan darurat, yaitu biaya yang ditimbulkan akibat dilakukannya pengadaan darurat yang biasanya menimbulkan biaya yang lebih besar dari pengadaan normal.

### 2.5.1 Perhitungan Total Biaya Bulanan

Perhitungan dilakukan di excel dimana sebelumnya dihitung terlebih dahulu *safety stock*, ROP, *stock maksimum* dan *minimum stock Quantity*. Langkah perhitungan mengikuti alur pada persamaan 2.42-2.46.

✓ *Inventory* periode ke-t ( $i_t$ )

$$i_t = i_{t-1} + \text{Order receive} - \text{demand}_t \dots \dots \dots (2.42)$$

✓ *Order* periode ke-t dilakukan jika *inventory* periode t-1 kurang dari ROP (s). Jumlah part yang di-order adalah sebesar *stock maksimum* (S) dikurangi *inventory* t-1.

$$\text{order}_t = \text{Max. stock} - (i_{t-1} + \text{on order}_{t-1}) \dots \dots \dots (2.43)$$

✓ Receipt: *order* yang datang pada periode t

✓ Holding  $\text{cost}_t = \text{jumlah inventory} \times \text{holding cost/part} \dots \dots \dots (2.44)$

✓  $\text{Order cost}_t = 0$  jika pada periode t tidak terdapat pemesanan, atau sejumlah biaya *order* jika ada pesanan  $\dots \dots \dots (2.45)$

✓  $\text{Stock out cost} = 0$  jika pada periode t ada *inventory*, 7% dari harga beli jika  $\text{inventory} \leq 0 \dots \dots \dots (2.46)$

### 2.5.2 Perhitungan Total Biaya *Quarterly*

*Quarterly* merupakan pengadaan barang yang dilakukan setiap 3 bulan sekali. Perhitungan total biayanya mengikuti persamaan 2.47-2.50.

✓ *Inventory* periode ke- $t$  ( $i_t$ )

$$i_t = i_{t-1} + \text{Order receive} - \text{demand}_t \dots \dots \dots (2.47)$$

✓ *Order* periode ke- $t$  merupakan hasil kumulatif dari kebutuhan selama tiga periode kedepan didapat dari hasil *forecast demand*

✓ *Holding cost<sub>t</sub>* = jumlah *inventory* x *holding cost* per part.....(2.48)

✓ *Order cost<sub>t</sub>* = 0 jika pada periode  $t$  tidak terdapat pemesanan, atau sejumlah biaya *order* jika ada pesanan.....(2.49)

✓ *Stock out cost* = 0 jika pada periode  $t$  ada *inventory*, 7% dari harga beli jika *inventory*  $\leq 0$ .....(2.50)

### 2.5.3 Perhitungan Total Biaya *Direct Purchase*

*Direct Purchase* merupakan pengadaan barang yang dilakukan setiap kali ada permintaan tanpa harus melakukan *stock* digudang. Perhitungan total biayanya mengikuti persamaan 2.51-2.52.

✓ *Order* periode ke- $t$  merupakan kebutuhan 1 periode didapat dari hasil *forecast demand*

✓ *Order cost<sub>t</sub>* = 0 jika pada periode  $t$  tidak terdapat pemesanan, atau sejumlah biaya *order* jika ada pesanan.....(2.51)

- ✓ *Stock out cost* = 0 jika pada periode  $t$  ada *inventory*,  
 7% dari harga beli jika  $inventory \leq 0$ .....(2.52)

## 2.6 Simulasi Monte Carlo

Menurut Tersine (1994) simulasi merupakan sebuah studi dengan memasukkan manipulasi sebuah model dari suatu sistem dengan tujuan dengan mengevaluasi alternatif desain atau aturan keputusan. Dengan simulasi, percobaan sistem dapat mengurangi resiko kebingungan struktur yang ada dengan perubahan yang tidak mendatangkan keuntungan.

Model simulasi dapat diklasifikasikan dalam 2 tipe:

1. Model deterministik  
 Mempunyai nilai variabel yang jelas yang merupakan input dari model. Variabel harus bersifat kontinu dan terdapat hubungan antar variabel sepanjang waktu.
2. Model probabilistik, mempunyai sifat yang berlawanan dengan model deterministik, nilai variabel merupakan fungsi probabilitas, dimana input tidak mempunyai nilai yang jelas. Variabel tidak bersifat kontinu dan hubungannya dapat berbeda – beda terhadap waktu.

Simulasi Monte Carlo sendiri merupakan simulasi probabilistik, dimana datanya di-*generate* dari bilangan random, yang kemudian disusun suatu distribusi probabilitas. Langkah-langkah dalam melaksanakan simulasi Monte Carlo dapat dijelaskan dalam beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Menentukan probabilitas distribusi dari variabel, seperti *Poisson*, *normal*, *exponential*, atau distribusi empiris yang diperoleh dari data historis.
2. Konversi frekuensi distribusi menjadi kumulatif distribusi.

3. Membuat sampel random dari kumulatif probabilitas distribusi untuk menentukan nilai spesifik variabel untuk digunakan di simulasi.
4. Bilangan random dimasukkan ke distribusi kumulatif distribusi untuk mendapatkan nilai spesifik variabel untuk setiap observasi.
5. Mensimulasikan dengan nilai observasi yang tinggi.

### 2.7 Deskripsi Perusahaan

PT. GMF AA adalah anak perusahaan dari PT. Garuda Indonesia dibangun pada tahun 1984. Pada awalnya bernama Garuda Maintenance Facility support Centre dan Pada tahun 1996 Garuda Maintenance Facility berubah dari SBU yang berada di bawah PT Garuda Indonesia, menjadi perusahaan yang terpisah dari PT. Garuda Indonesia.

PT.GMF merupakan perusahaan yang bergerak di industri MRO (*Maintenance, Repaire, Overhaul*). Untuk mudahnya seperti bengkelnya pesawat terbang. Untuk mendukung usahanya dalam usaha perawatan pesawat, PT.GMF memiliki beberapa unit yang memiliki fungsi berbeda. Unit tersebut meliputi *Line Maintenance, Base Maintenance, Component Maintenance* dan *Engine Maintenance*. *Line Maintenance* merupakan unit yang menitik beratkan pada kegiatan perawatan ringan yang dilakukan di terminal untuk mengecek dan memastikan kondisi pesawat dalam keadaan baik dan layak untuk diterbangkan. *Base Maintenance* merupakan unit yang menitik beratkan pada kegiatan perawatan yang dilakukan di hangar yang meliputi kegiatan perawatan struktur *aircraft, overhaul, dan repair*. *Component Maintenance* merupakan unit yang melakukan kegiatan perawatan pada komponen-komponen yang meliputi *AC, electric, electronic*. *Engine Maintenance* merupakan unit yang menitik beratkan pada kegiatan perbaikan pada *engine* yang meliputi kegiatan *overhaul, repair, dan split build up*.

Kegiatan tambahan terdiri dari kegiatan pelengkap untuk solusi perawatan terpadu (*total maintenance solution*).

PT. GMF AA sendiri terletak di kompleks Bandara Internasional Soekarno-Hatta dengan luas lahan 115 hektar. Operator perawatan pesawat terbang terbesar se-Asia ini terletak sebelas kilometer dari garis pantai utara, 20 kilometer dari Jakarta dan lima kilometer dari kota Tangerang. Beberapa fasilitas yang ada di PT.GMF meliputi hangar 1, hangar 2, hangar 3, *Apron, Workshop, Engine Workshop, Utility Building, General Store, Special Store, Ground Support Equipment, Cover Storage, Industrial Waste Treatment, Engine Test Cell, Office*.

### 2.7.1 Visi dan Misi GMF Aero Asia

#### 1. Visi GMF Aero Asia

PT GMF AeroAsia membagi visinya ke dalam tiga tahap selama 15 tahun (2003-2018), visi tersebut dikenal sebagai '*Global Challenge*', uraian visi tersebut meliputi:

- Tahap pertama (2003-2007):" membangun pondasi GMF untuk dominasi di regional" (*building a foundation for regional dominance*).
- Tahap kedua (2008-2012) :”GMF menjadi MRO kelas dunia pilihan *customer*” (*worldclass MRO of customer choice*).
- Tahap ketiga (2013-2018) :”GMF menjadi pemain dominan di pasar dunia”(*Dominant player in the world market*).

#### 2. Misi GMF Aero Asia

Untuk mencapai visi yang telah ditetapkan oleh PT. GMF Aero Asia maka perlu dilakukan pelaksanaan misi dari PT. GMF Aero Asia. Misi PT. GMF Aero Asia adalah menyediakan solusi perawatan, reparasi, dan overhaul yang terintegrasikan dan handal untuk keselamatan udara dan menjamin kualitas hidup umat



manusia ( *to provide integrated and reliable maintenance, repair, and overhaul solutions for a safety sky and secured quality of life of mankind*).

### 2.7.2 Ruang Lingkup Layanan GMF Aero Asia

Ruang lingkup program PT. Garuda *Maintenance Facility* meliputi:

#### 1. *Maintenance Program*

Merupakan program perawatan pesawat mulai dari *A-check*, *B-check*, *C-check*, sampai *D-check (overhaul)*. Program ini meliputi perawatan pesawat dari ukuran kecil hingga ukuran besar.

#### 2. Program Tambahan

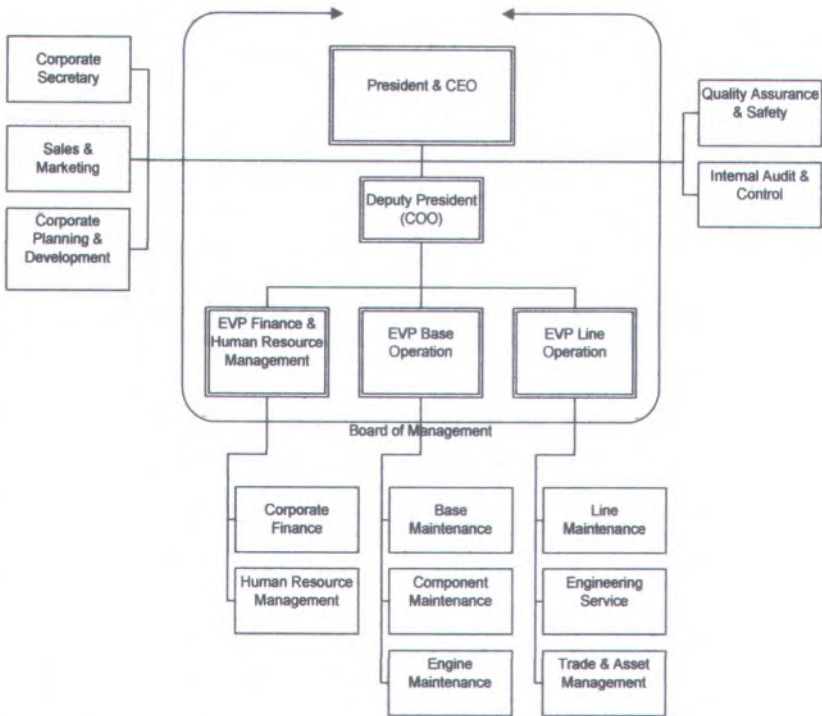
Merupakan program inspeksi, modifikasi, serta perbaikan pesawat terbang.

#### 3. *Engineering Service*

Merupakan pelayanan identifikasi, pemeriksaan *allowable damage*, dan *repair* kerusakan yang dialami suatu pesawat.

### 2.7.3 Struktur Organisasi GMF Aero Asia

Pimpinan utama PT. GMF Aero Asia adalah seorang *Executive Vice President* yang membawahi beberapa unit, setiap unit dipimpin oleh seorang *Vice President*. Dinas-dinas tersebut juga mempunyai beberapa subunit. Secara global struktur organisasi GMF Aero Asia terbagi menjadi dua unit, yaitu *Service Unit* dan *Business Unit*. *Business Unit* merupakan inti dari kegiatan yang dilakukan GMF Aero Asia. Adapun struktur organisasi PT. GMF Aero Asia dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8. Struktur Organisasi PT. GMF AA

#### 2.7.4 Struktur Organisasi *Trade & Asset Management (TM)*

TM merupakan salah satu unit yang ada di PT.GMF AA. Unit ini terbagi-bagi lagi menjadi beberapa unit meliputi TMM, TMA, TMP, TML. Unit TM bertugas untuk menangani semua hal yang berhubungan dengan pengadaan material, pembelian material, hingga distribusi dan *allotment* material yang dibutuhkan baik di *basehouse* maupun di station luar. Gambar 2.9 di bawah ini merupakan gambaran struktur organisasi yang ada di unit TM.



Gambar 2.9. Struktur Organisasi Unit TM

Handwritten notes and a blue stamp are present on the right side of the page. The stamp contains the text "PT. KALAMATI" and the number "112".

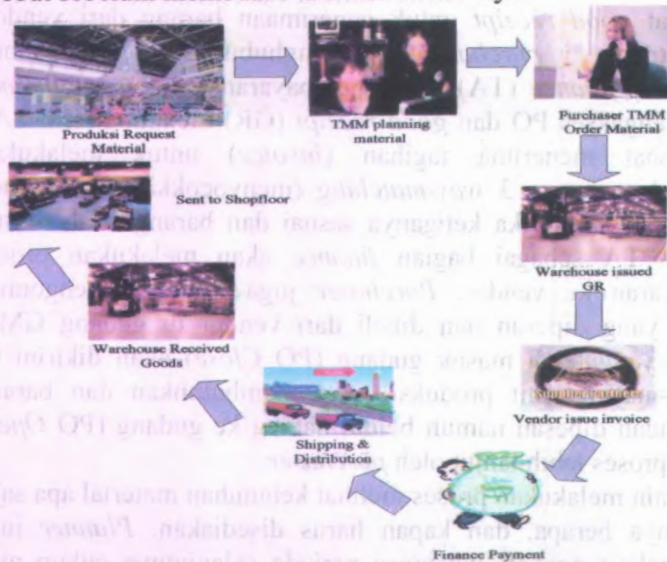
### 2.7.5 Bussines Proses *Material Procurement* (TMM)

Unit TMM (*material procurement*) yang dibawah oleh departemen TM (*trade & asset management*) bertugas melakukan perencanaan dan pengadaan material di PT. GMF Aeroasia. Proses bisnis TMM secara umum dalam merencanakan dan menyediakan material pesawat terdiri atas beberapa aktivitas yang dapat dilihat pada Gambar 2.10. Pertama aktivitas pengadaan material diawali dengan permintaan kebutuhan material dari masing-masing unit produksi (TC, TR, TB, TL), permintaan ini akan diproses oleh *planner* yang berada di TMM. Permintaan ini akan direspon oleh TMM dengan pengeluaran *Purchase Requirement* (PR) material yang dibutuhkan oleh *Planner* TMM. Tahap selanjutnya *Purchaser* TMM melakukan hubungan dengan vendor mengadakan *Request for Quotation* (RFQ) dengan mengeluarkan *Purchase Order* (PO) ke vendor yang bisa menyediakan kebutuhan material. Disisi lain bagian *warehouse* membuat *good receipt* untuk penerimaan barang dari vendor. Selanjutnya *purchaser* menghubungi departemen *accounting/finance* (TA) untuk pembayarannya. Bagian *finance* akan mengakses PO dan *good receipt* (GR) melalui sistem SAP pada saat menerima tagihan (*invoice*) untuk melakukan pengecekan secara *3 way-matching* (menyocokkan 3 dokumen PO-GR-*invoice*). Jika ketiganya sesuai dan barang telah masuk gudang, TA sebagai bagian *finance* akan melakukan proses pembayaran ke vendor. *Purchaser* juga bertugas mengontrol barang yang dipesan dan dibeli dari vendor di gudang GMF. Barang yang telah masuk gudang (PO *Close*) akan dikirim ke masing-masing unit produksi yang membutuhkan dan barang yang sudah dipesan namun belum datang ke gudang (PO *Open*) akan diproses lebih lanjut oleh *purchaser*.

Selain melakukan proses melihat kebutuhan material apa saja, jumlahnya berapa, dan kapan harus disediakan. *Planner* juga menganalisis apakah *inventory* periode selanjutnya cukup atau



tidak dengan penambahan permintaan tersebut. Oleh sebab itu, *planner* mengeluarkan *Purchase Requisition* (PR) agar bisa ditindaklanjuti oleh *purchaser*. Dengan adanya PR ini maka *purchaser* akan melakukan pemesanan ke vendor yang memenuhi kualifikasi proses *RFQ-Request For Quotation*, setelah mendapatkan vendor yang sesuai, *purchaser* menerbitkan PO (*Purchase Order*) dan melakukan konfirmasi ke vendor. Tetapi dalam melalui proses tersebut tidak semudah penjelasannya karena barang yang dibeli ada 2 jenis baru dan *overhaul condition* (OHC). Barang yang akan dibeli ini harus memenuhi persyaratan memiliki FAA (sertifikat barang) dan *Treaceble*. Selain itu vendor atau supplier tidak sembarangan melainkan vendor yang sudah terdaftar dalam vendor list yang tentunya sudah di *approve* oleh pihak GMF AA. Selain itu *planer* juga harus memperhitungkan harga, jenis pembayaran dan TAT dari barang tersebut sebelum membuat *Purchase Order*-nya.



Gambar 2.10. Bisnis Proses TMM



## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai metode dan sistematika penelitian yang dilakukan pada tugas akhir ini. Berikut ini adalah tahapan-tahapan yang dilakukan pada penelitian ini. Adapun *Flowchart* penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.

### 3.1 Tahap Awal

Pada tahap awal ini berisi mengenai identifikasi masalah dalam penelitian dan studi pustaka, serta studi lapangan. Masalah yang akan menjadi fokus penelitian dalam tugas akhir ini adalah mengenai proses evaluasi dan pemilihan waktu pengadaan *spare parts* untuk APU GTCP85 H/J/K di PT. GMF Aero Asia unit *engine maintenance* yang selama ini masih banyak terjadi masalah.

### 3.2 Tahap pengumpulan dan Pengolahan data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang diperlukan untuk melakukan penelitian, serta pengolahan data untuk mendapatkan solusi permasalahan.

#### 3.2.1 Pengumpulan data

Pada tahap ini akan dilakukan pengumpulan data yang diperlukan dalam pelaksanaan penelitian. Proses pengumpulan data dilakukan dengan mengikuti secara langsung proses pengadaan *spare parts* pada unit *engine maintenance* di PT. GMF AA. Data-data yang dikumpulkan antara lain:

1. Data histori *shop visit* APU GTCP85 H/J/K  
*forecast & actual*
2. Data histori TAT *maintenance* APU GTCP85 H/J/K  
*forecast & actual*
3. Data TSI saat APU GTCP85 H/J/K  
*shop visit*
4. Data pemakaian *spare parts*

5. Data harga *spare parts*, biaya *order*, biaya *holding*
6. Data *shortage spare parts* APU GTCP85 H/J/K
7. Data *lead time* pengadaan material
8. Data *lead time maintenance* APU

Data 1,2,3,8 merupakan data sekunder yang didapatkan dari engineer APU di unit *engine maintenance*. Data 4 dan 5 (harga *spare part*) merupakan data sekunder yang didapat dari *download system SAP* untuk unit *material planning*. Data 5 (biaya *order* & biaya *holding*) didapatkan dari perhitungan hasil diskusi dengan pihak GMF, untuk *order* biaya didekati dengan biaya operasional untuk melakukan *order*, sedangkan untuk *holding* didekati dengan memasukkan asumsi prosentase biaya *holding*. Data 6 didapatkan dari hasil rekap *daily report* pengerjaan APU unit *engine maintenance* 2009-2010.

### 3.2.2 Pengolahan Data

Pada tahap pengolahan data ini dilakukan perhitungan untuk tiga alternatif pengadaan. Alternatif tersebut meliputi pengadaan secara bulanan, *stock* untuk kebutuhan *quarterly*, dan *direct purchase*. Awalnya akan dilakukan proses *clustering part number* dan perhitungan *forecast* jumlah *demand* yang harus diadakan oleh perusahaan berdasarkan karakteristik pola *demand* untuk masing-masing *part number*. Perhitungan ini dilakukan menggunakan *algorithm back propagation Neural Network* untuk karakteristik *lumpy* dan *erratic*, *intermittent*, perhitungan untuk *smooth* dilakukan dengan model tradisional *time series*. Masing-masing hasil dari model *forecast* ini akan dibandingkan dengan simulasi Monte Carlo. Setelah diketahui jumlah *demand* yang harus diadakan, maka akan dihitung total biaya dan TAT *maintenance* masing-masing alternatif. Kemudian dilakukan pembobotan untuk faktor *subjective* (kualitas, *delivery*, harga, *service*). Setelah itu, diambil keputusan alternatif waktu pengadaan yang optimal untuk *spare parts* APU tersebut. Penentuan waktu pengadaan dilihat dari rating tertinggi dari

penjumlahan *objective* dan *subjective* faktor yang terjadi pada masing-masing alternatif waktu pengadaan.

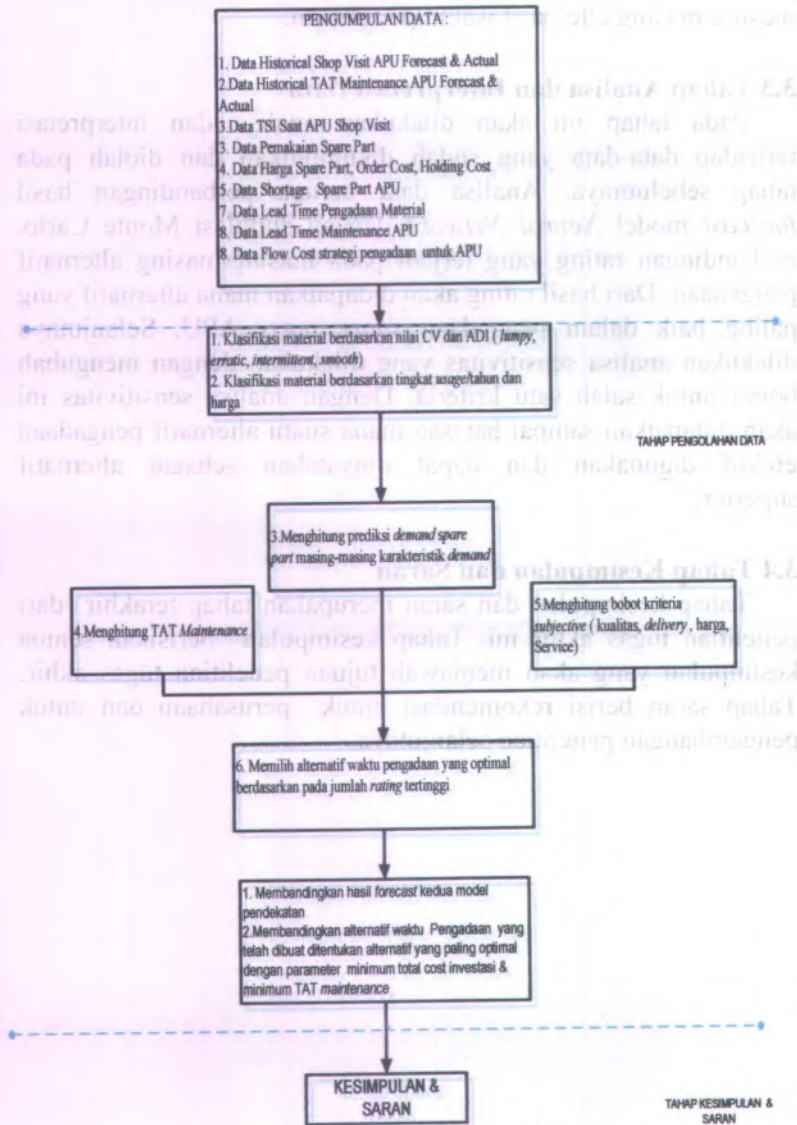
### **3.3 Tahap Analisa dan Interpretasi Data**

Pada tahap ini akan dilakukan analisa dan interpretasi terhadap data-data yang sudah dikumpulkan dan diolah pada tahap sebelumnya. Analisa data berupa perbandingan hasil *forecast* model *Neural Network* dengan simulasi Monte Carlo, perbandingan rating yang terjadi pada masing-masing alternatif pengadaan. Dari hasil rating akan didapatkan mana alternatif yang paling baik dalam pengadaan *spare parts* APU. Selanjutnya dilakukan analisa sensitivitas yang dilakukan dengan mengubah bobot untuk salah satu kriteria. Dengan analisa sensitivitas ini akan didapatkan sampai batasan mana suatu alternatif pengadaan efektif digunakan dan dapat dinyatakan sebagai alternatif superior.

### **3.4 Tahap Kesimpulan dan Saran**

Tahap kesimpulan dan saran merupakan tahap terakhir dari penelitian tugas akhir ini. Tahap kesimpulan berisikan semua kesimpulan yang akan menjawab tujuan penelitian tugas akhir. Tahap saran berisi rekomendasi untuk perusahaan dan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.





Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian

## BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini akan dibahas tentang data yang didapatkan dari SAP, wawancara dan pengamatan langsung di unit TM. Selain data disajikan pula hasil pengolahan dari data tersebut.

### 4.1 Pengumpulan Data

Pada bab pengumpulan data ini akan dibahas tentang data yang akan digunakan untuk pengolahan pada penelitian tugas akhir ini.

#### 4.1.1 Karakteristik Data

Pada sub bab karakteristik data ini akan disajikan data yang dikumpulkan untuk pengadaan penelitian ini berupa data *part number* dari APU, total penggunaan selama 2 tahun, jenis kelasnya, harga, dan frekuensi penggunaannya.

Tabel 4.1 *Spare parts* Kelas *Expandable* ( Sumber : SAP Unit *Engine Maintenance 2009-2010*)

MATERIAL	TOTAL USAGE	KELAS	FREKUENSI	HARGA (Rp)
MS21046C4	1908	EXP	53	Rp11,415
9514M85P01	1672	EXP	33	Rp263,215
AN960C10	1453	EXP	67	Rp394
J979P04	875	EXP	44	Rp13,948
NAS1203-3	842	EXP	20	Rp156
MS21046C3	831	EXP	39	Rp9,464
KB16212	761	EXP	29	Rp44,413
3603510-1	659	EXP	46	Rp427,916
S8990-604	617	EXP	251	Rp2,625
968972-1	563	EXP	47	Rp391,671
AN960C616L	529	EXP	32	Rp378
600-6242-10	526	EXP	38	Rp43
MS21046C6	524	EXP	38	Rp29,696
S9413-008	512	EXP	203	Rp1,301
BACN10JR3CF	503	EXP	56	Rp9,302

Tabel 4.2 *Spare parts* Kelas *Repairable* (Sumber : SAP Unit  
*Engine Maintenance 2009-2010*)

MATERIAL	TOTAL USAGE	KELAS	FREKUENSI	HARGA (Rp)
1475M35P01	496	REP	78	Rp41,371,725
3601193-8	131	REP	228	Rp9,079,228
3605239-2	89	REP	121	Rp6,764,689
3601193-4	65	REP	127	Rp8,870,625
320362-2-1	55	REP	77	Rp641,947
693616-1	48	REP	49	Rp4,606,060
V5000-40	44	REP	12	Rp981
3611904-1	43	REP	54	Rp67,290,807
3250-80	29	REP	89	Rp3,103,704
AN919-2J	28	REP	28	Rp5,514
3842360-1	26	REP	29	Rp254,828,006
698430-2	21	REP	21	Rp8,591,396
3846484-8	20	REP	13	Rp21,223,547
10-381750-14	14	REP	21	Rp10,712,612
966664-1	14	REP	14	Rp21,004,380
S8843C7PIA	12	REP	1	Rp41,392
3846484-7	11	REP	11	Rp17,437,708
3606226-3	9	REP	4	Rp740,239
698195-12	9	REP	9	Rp34,903,507
966568-1	9	REP	9	Rp124,747,000
304461-2	8	REP	9	Rp8,182,722
698430-1	8	REP	8	Rp3,790,411
969309-1	8	REP	8	Rp1,239,700
3604524-45	7	REP	18	Rp30,000,000
3609474-6	6	REP	6	Rp11,261,700
379564	5	REP	5	Rp32,691,625
379610	5	REP	6	Rp25,873,625
3603708-8	5	REP	5	Rp41,664,000

Selain data *part number* berdasar kelasnya disajikan juga material yang mengalami *shortage* tahun 2009/2010. Data pada tabel 4.3 dibawah ini merupakan *part number* yang mengalami *shortage* tahun 2009/2010.

Tabel 4.3 *Shortage Spare parts APU 2010* (Sumber : PD Sheet Engine Shop 2009-2010)

MATERIAL DESC	KELAS
1st stg impeller	REP
Turbin shroud Assy	REP
Turbin wheel Assy	REP
Slout	EXP
Oil pump housing	REP
Bearing	REP
Nut	EXP
Turbin Nozzle	REP
Spacer	EXP
Heal Shield	REP
Gearbox Housing	REP
Bolt	EXP
Baffle	EXP
2nd Stg Impeller	REP
Atomizer	REP
Generator	REP

Tabel 4.4 *Shortage BDP Spare Repairable APU 2010* ( Sumber : Report TRP 2010)

DESC	PN	QUANTITY		
		JAN	MAR	APR
SPACER	S8157K35-250	12 EA	20 EA	22 EA
FLANGE	3610549-2	4 EA	6 EA	7 EA
SLEEVE	966664-1	2 EA	3 EA	2 EA
SWIRL	3609474-6	1 EA	1EA	1 EA
SEAL	CEP19350	1 EA		
SPACER	3601829-1			1 EA

## 4.2 Pengolahan Data

Pada bab ini akan dibahas tentang pengolahan yang dilakukan hingga mendapatkan hasil dari tujuan penelitian tugas akhir ini.

### 4.2.1 Clustering

*Clustering* material disini merupakan pengklasifikasian material berdasarkan kriteria tingkat kepentingan (*usage*/tahun dan harga) dan nilai *Coefficient Variance Square* dan *Average Demand Interval*-nya. *Clustering* dilakukan untuk mengetahui tipe *demand* yang nantinya akan dijadikan sebagai inputan prediksi jumlah kebutuhan *spare parts* pada periode berikutnya.

Pemetaan karakteristik *demand* berdasarkan pada nilai *Coefficient Variance Square* dan *Average Demand Interval*. Dari 465 PN penyusun APU hanya 395 yang masuk dalam klasifikasi hal ini didasarkan pada data *usage* selama kurun waktu 2 tahun menyatakan bahwa hanya 395 yang ada permintaan sedangkan sisanya tidak ada permintaan sehingga tidak bisa dihitung ADI dan  $CV^2$  karena tidak ada data historisnya. Tabel 4.5-4.8 merupakan 20 contoh material sesuai dengan karakteristiknya masing-masing sedangkan data lengkapnya disajikan pada lampiran. Perhitungan  $CV^2$  dan ADI dapat dilihat pada tabel 4.5 sampai tabel 4.8, *cluster* berdasarkan perhitungan  $CV^2$  dan ADI ini akan di *compare* dengan kriteria *usage*/tahun dan harga dari *spare parts* tersebut.

Tabel 4.5 Part number dengan karakteristik *intermittent*

NO	PN	FREQ	USAGE	PRICE	MONTHLY PERIOD		KATEGORI DEMAND
					CV2	ADI	
1	600-3130-1-4	67	198	Rp 37,541	0.59	1.55	INTERMITTENT

Tabel 4.6 Part number dengan karakteristik erratic

NO	PN	FREQ	USAGE	PRICE	MONTHLY PERIOD		KATEGORI DEMAND
					CV2	ADI	
1	CCR264CS3-06	1105	38833	Rp 2,370	0.88	1.04	ERRATIC
2	AMS4190-3/32	3	12500	Rp 145,000	0.9	1.03	ERRATIC
3	AN960C416L	140	2229	Rp 43,000	1.09	1.03	ERRATIC
4	J979P04	44	875	Rp 13,948	1.33	1.04	ERRATIC
5	KB16212	29	761	Rp 44,413	0.72	1.19	ERRATIC
6	3603510-1	102	693	Rp 417,832	0.62	1.17	ERRATIC
7	MS21046C6	119	566	Rp 37,085	0.6	1.17	ERRATIC
8	AN960C616L	32	529	Rp 37,800	0.82	1.25	ERRATIC
9	S9413-008	203	512	Rp 1,301	0.69	1.14	ERRATIC
10	S8990-010	272	493	Rp 1,646	1.66	1.18	ERRATIC
11	S9413-215	157	317	Rp 1,250	0.75	1	ERRATIC
12	M83248-1-904	129	285	Rp 14,469	1.31	1.18	ERRATIC
13	S9413-558	113	220	Rp 2,048	0.58	1.04	ERRATIC
14	M83248-1-012	153	206	Rp 1,640	0.72	1.08	ERRATIC
15	NAS1149C0332R	25	194	Rp 240	0.67	1.08	ERRATIC
16	S9413-556	111	192	Rp 961	0.6	1.08	ERRATIC
17	145-525-9202	9	159	Rp 25,413	37.3	0.43	ERRATIC
18	S9413-227	73	142	Rp 7,091	5.84	1.08	ERRATIC
19	3601193-8	228	131	Rp 9,079,228	1.08	1.1	ERRATIC
20	S9413-562	97	120	Rp 2,514	0.51	1.08	ERRATIC

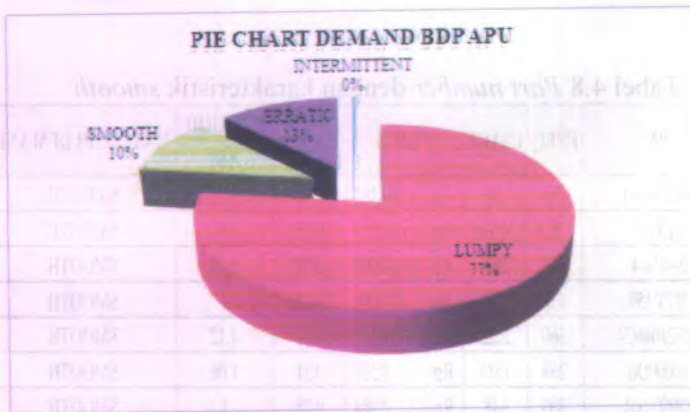
Tabel 4.7 Part number dengan karakteristik lumpy

NO	PN	FREQ	USAGE	PRICE	MONTHLY PERIOD		KATEGORI DEMAND
					CV2	ADI	
1	AN960C10L	192	2652	Rp 378,000	27	12	LUMPY
2	9514M8SP01	33	1672	Rp 263,215	2.26	1.59	LUMPY
3	AN960C10	67	1453	Rp 39,400	27.77	12	LUMPY
4	MS21046C3	94	859	Rp 9,464	0.7	1.33	LUMPY
5	NAS1203-3	20	842	Rp 156	1.97	1.44	LUMPY
6	968972-1	138	598	Rp 391,671	0.72	1.27	LUMPY
7	1475M3SP01	78	496	Rp 41,371,725	4.78	2	LUMPY
8	NAS1149C0663R	50	403	Rp 2,509	4.02	3.11	LUMPY
9	968969-1	42	304	Rp 245,599	1.29	1.22	LUMPY
10	EU40937	52	234	Rp 274	10.57	8.67	LUMPY
11	600-0642-10	15	217	Rp 15,073	1.12	1.61	LUMPY
12	968972-1WE:WENWE-PMA	15	217	Rp 258,494	0.72	1.27	LUMPY
13	423-522-9008	44	188	Rp 147,283	3.61	2.25	LUMPY
14	3609119-9	99	176	Rp 493,175	1.09	1.44	LUMPY
15	MS9245-24	17	137	Rp 668	3.92	2.5	LUMPY
16	358027	46	124	Rp 496,340	0.81	1.56	LUMPY
17	TLN1000L6	10	112	Rp 24,144	4.97	4.3	LUMPY
18	583-523-9003	18	107	Rp 84,863	3.06	3.11	LUMPY
19	MS9490-11	16	99	Rp 11,529	5.28	2.45	LUMPY

Tabel 4.8 *Part number* dengan karakteristik *smooth*

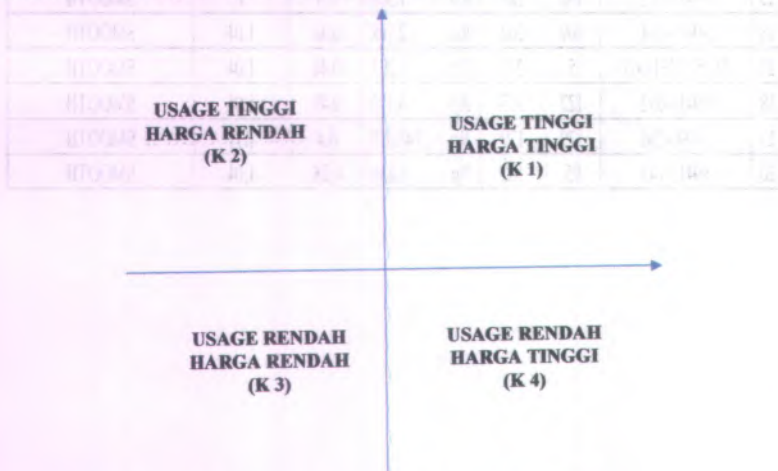
NO	PN	FREQ	USAGE	PRICE	MONTHLY PERIOD		KATEGORI DEMAND
					CV2	ADI	
1	69-39494-1	56	56	Rp 1,104,187	0.46	1.12	SMOOTH
2	MJO II	0	51896	Rp 633,517	0.15	1	SMOOTH
3	S9424-4	404	2576	Rp 654,000	0.38	1.04	SMOOTH
4	RTV159	638	2457	Rp 173,096	0.25	1	SMOOTH
5	MS21046C4	360	2022	Rp 11,153	0.41	1.12	SMOOTH
6	S9009D6	269	1585	Rp 1,553	0.31	1.08	SMOOTH
7	S8990-604	300	648	Rp 2,488	0.25	1	SMOOTH
8	600-6242-10	56	526	Rp 16,232	0.29	1.04	SMOOTH
9	BACN10JR3CF	56	503	Rp 9,302	0.23	1	SMOOTH
10	AS20625	15	462	Rp 88,400	0.24	1	SMOOTH
11	S9413-010	283	372	Rp 3,453	0.22	1	SMOOTH
12	S9413-554	185	367	Rp 272	0.18	1	SMOOTH
13	694592	92	336	Rp 252,119	0.32	1.08	SMOOTH
14	694591	92	335	Rp 249,991	0.32	1.08	SMOOTH
15	S9413-012	192	289	Rp 1,306	0.3	1	SMOOTH
16	S9413-014	109	262	Rp 2,188	0.46	1.04	SMOOTH
17	S8157N281-063	5	239	Rp 4,235	0.46	1.04	SMOOTH
18	S9413-032	122	197	Rp 4,419	0.49	1.04	SMOOTH
19	S8990-266	179	179	Rp 148,039	0.4	1.17	SMOOTH
20	S9413-143	95	162	Rp 6,836	0.28	1.04	SMOOTH



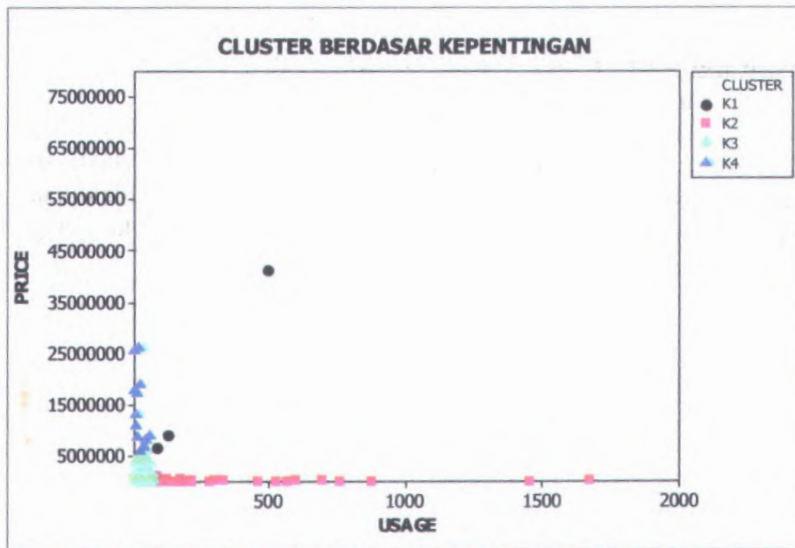


Gambar 4.1 Karakteristik *Demand Spare parts* Penyusun APU

Gambar 4.1 menunjukkan proporsi dari karakteristik *spare parts* APU. Proporsi terbesar dengan prosentase 77% jatuh pada karakteristik *lumpy demand*. *Cluster* berdasarkan ADI dan  $CV^2$  akan di *compare* dengan *cluster* berdasarkan kriteria kepentingan (*usage*/tahun dan harga) yang telah diolah dibawah ini. Terdapat 4 kuadran seperti pada gambar 4.2 dibawah ini.



Gambar 4.2 Grafik Kuadran PN



Gambar 4.3 Cluster PN Berdasarkan Kriteria Kepentingan

Gambar 4.3 menunjukkan kumpulan PN sesuai dengan kuadran jumlah pemakain dan harga. Tabel keseluruhan dari pengolahan *cluster* PN berdasarkan kriteria kepentingan (*usage*/tahun dan harga) disajikan pada lampiran.

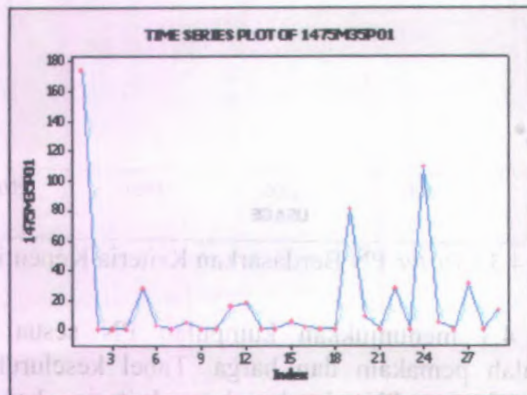
#### 4.2.2 Forecast Demand

*Forecast demand* dilakukan sebagai langkah untuk memprediksi kebutuhan masing-masing PN untuk periode berikutnya. *Forecast* disimulasikan untuk masing-masing kuadran dengan karakteristik *demand* masing-masing. *Demand* dengan karakteristik *lumpy*, *erratic* dan *intermittent* akan di *forecast* menggunakan metode *Neural Network* dan simulasi Monte Carlo, sedangkan untuk karakteristik *smooth* akan di *forecast* dengan metode tradisional *time series* sesuai dengan pola dari *demand*-nya.

## A. Kuadran I ( Usage Tinggi, Harga Tinggi)

### a) *Lumpy Demand*

Pada kuadran I hanya terdapat satu PN yang memiliki karakteristik *lumpy* yaitu PN 1475M35P01. *Forecast* dilakukan metode *Neural Network* dan Monte Carlo. Sebelum dilakukan *forecast* dilakukan terlebih dahulu pengecekan pola yang ditunjukkan pada gambar 4.4.

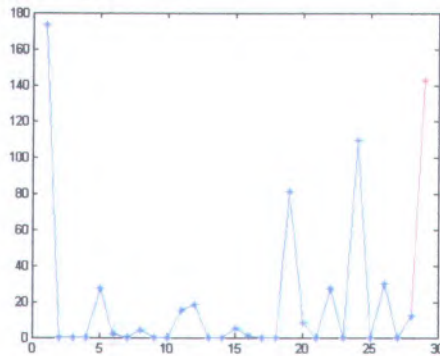


Gambar 4.4 Plotting Pola Demand PN 1475M35P01

*Forecast demand* untuk PN 1475M35P01 setelah dilakukan *running* dengan Matlab dan model *forecast Neural Network* adalah sebagai berikut.

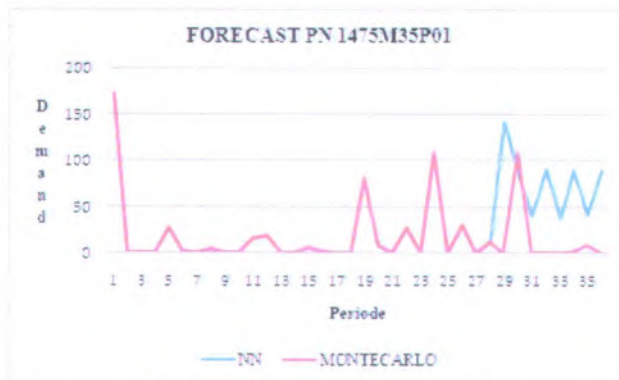
```

Masukkan jumlah unit hidden layer: 3
Masukkan learning rate: 0.0001
Masukkan jumlah iterasi: 5000
MSE = 43.7677
y_fore = 142.2041
  
```



Gambar 4.5 Forecast Demand PN 1475M35P01

Forecast NN hanya efektif digunakan satu periode sama halnya dengan metode *exponensial smoothing*. Oleh sebab itu, dibuat *interface* untuk meng-update pola *forecast* dengan data aktual *demand* sebelumnya. Sedangkan Monte Carlo berprinsip pada *generate* bilangan random untuk menirukan pola *demand* aktual. Gambar 4.6 dibawah ini merupakan hasil *forecast* NN dan Monte Carlo untuk periode Mei 2010-Desember 2010.



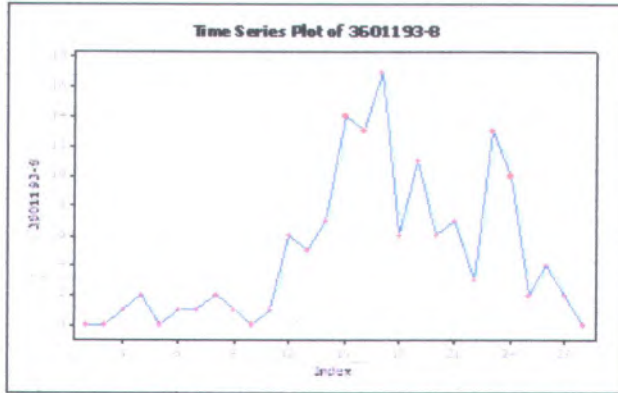
Gambar 4.6 Perbandingan Forecast Demand PN 1475M35P01

Tabel 4.9 Forecast Demand PN 1475M35P01

TAHUN	PERIODE	FORECAST	
		NN	MONTE CARLO
2009	Jan	0	0
	Peb	0	0
	Mar	5	5
	Apr	1	1
	Mei	0	0
	Jun	0	0
	Jul	81	81
	Augt	8	8
	Sep	0	0
	Okt	27	27
	Nop	0	0
	Des	109	109
2010	Jan	0	0
	Peb	30	30
	Mar	0	0
	Apr	12	12
	Mei	142	0
	Jun	90	109
	Jul	40	0
	Augt	91	0
	Sep	37	0
	Okt	89	1
	Nop	41	8
	Des	89	0

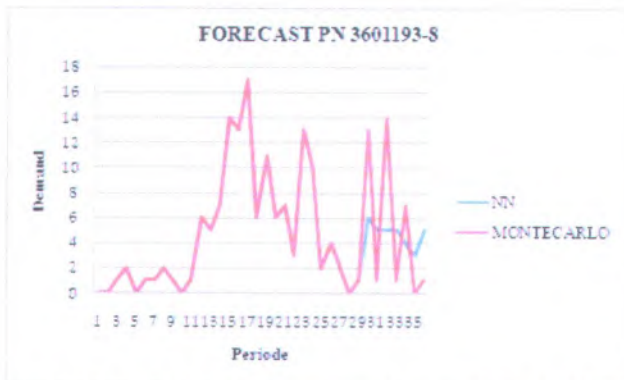
### b) *Erratic Demand*

Pada Kuadran I juga terdapat 1 PN yang memiliki karakteristik *erratic* yaitu PN 3601193-8. Sebelum dilakukan *forecast* dilakukan pula *plotting* pola yang ditunjukkan pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 *Plotting Pola Demand* PN 3601193-8

Metode yang dicobakan sama halnya dengan PN sebelumnya yaitu model *NN forecast* dan *Monte Carlo*. Hasil *forecast* untuk periode Mei 2010-Desember 2010 ditunjukkan pada gambar 4.8.



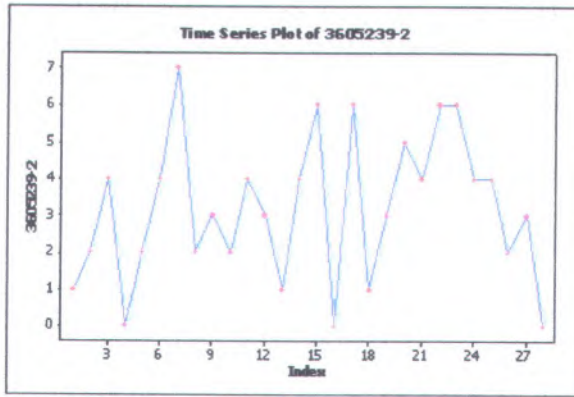
Gambar 4.8 *Perbandingan Forecast Demand* PN 3601193-8

Tabel 4.10 Forecast Demand PN 3601193-8

TAHUN	PERIODE	FORECAST	
		NN	MONTE CARLO
2009	Jan	5	5
	Peb	7	7
	Mar	14	14
	Apr	13	13
	Mei	17	17
	Jun	6	6
	Jul	11	11
	Augt	6	6
	Sep	7	7
	Okt	3	3
	Nop	13	13
	Des	10	10
2010	Jan	2	2
	Peb	4	4
	Mar	2	2
	Apr	0	0
	Mei	1	1
	Jun	6	13
	Jul	5	1
	Augt	5	14
	Sep	5	1
	Okt	4	7
	Nop	3	0
	Des	5	1

c) *Smooth Demand*

Pada Kuadran 1 juga terdapat 1 PN yang memiliki karakteristik *smooth* yaitu PN 3605239-2. Sebelum dilakukan *forecast* dilakukan pula *plotting* pola ditunjukkan pada gambar 4.9. *Forecast* untuk karakteristik *smooth demand* dilakukan dengan mencobakan metode macam-macam tradisional *time series* kemudian diambil *error* yang terkecil.



Gambar 4.9 Plotting Pola Demand PN 3605239-2

Tabel 4.11 Forecast Demand PN 3605239-2

TAHUN	PERIODE	FORECAST
2010	Jan	4
	Peb	2
	Mar	3
	Apr	0
	Mei	3
	Jun	3
	Jul	3
	Augt	3
	Sep	4
	Okt	4
	Nop	4
	Des	4

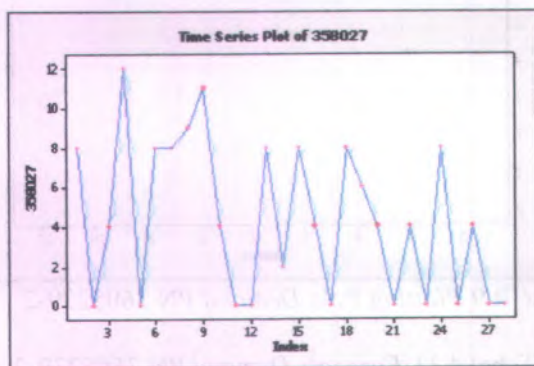


## B. Kuadran II ( *Usage Tinggi, Harga Rendah* )

Pada kuadran II ini karakteristik *demand lumpy, erratic* dan *smooth* akan diambil 2 PN untuk disimulasikan sedangkan *intermittent* hanya diambil 1 PN karena pada kuadran II ini hanya terdapat 1 PN yang berkarakteristik *intermittent demand*.

### a) *Lumpy Demand*

Langkah yang dilakukan sebelum *forecast* adalah *plotting* pola *demand* sebagai salah satu pertimbangan metode *forecast* yang tepat. Hasil *plotting* dapat dilihat pada gambar 4.10 dan 4.13. PN berkarakteristik *lumpy* yang akan digunakan sebagai simulasi pada kuadran II ini adalah PN 358027 dan MS9245-24.



Gambar 4.10 *Plotting Pola Demand* PN 358027

*Forecast demand* untuk PN 358027 setelah dilakukan *running* dengan Matlab dan model *forecast Neural Network* adalah sebagai berikut. Grafik hasil *forecast* ditunjukkan pada gambar 4.11.

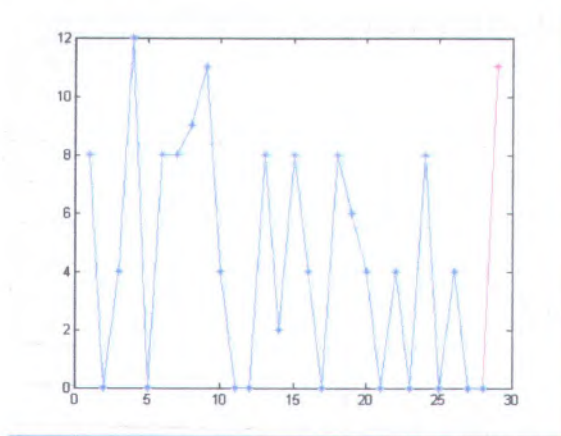
Masukkan jumlah unit hidden layer: 3

Masukkan learning rate: 0.0001

Masukkan jumlah iterasi: 5000

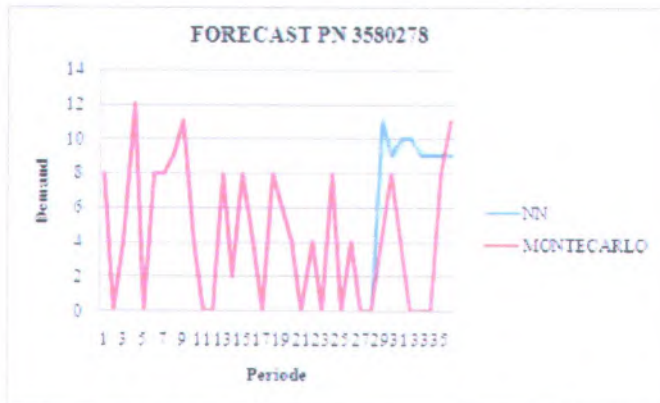
$$\text{MSE} = 0.2034$$

$$y_{\text{fore}} = 11.0190$$



Gambar 4.11 Forecast Demand PN 358027

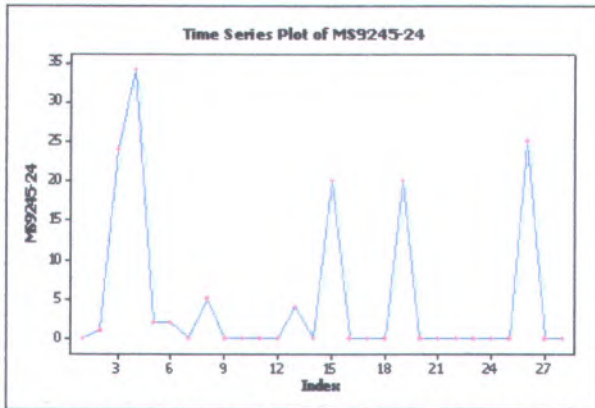
Pada tabel 4.10 dan gambar 4.12 di bawah ini merupakan hasil perbandingan *forecast* model NN dengan simulasi Monte Carlo.



Gambar 4.12 Perbandingan Forecast Demand PN 358027

Tabel 4.12 Perbandingan *Forecast Demand* PN 358027

TAHUN	PERIODE	FORECAST	
		NN	MONTE CARLO
2009	Jan	8	8
	Peb	2	2
	Mar	8	8
	Apr	4	4
	Mei	0	0
	Jun	8	8
	Jul	6	6
	Augt	4	4
	Sep	0	0
	Okt	4	4
	Nop	0	0
	Des	8	8
2010	Jan	0	0
	Peb	4	4
	Mar	0	0
	Apr	0	0
	Mei	11	4
	Jun	9	8
	Jul	10	4
	Augt	10	0
	Sep	9	0
	Okt	9	0
	Nop	9	8
	Des	9	11



Gambar 4.13 Plotting Pola Demand PN MS9245-24

*Forecast demand* untuk PN MS9245-24 setelah dilakukan *running* dengan Matlab dan model *forecast Neural Network* adalah sebagai berikut. Grafik hasil *forecast* ditunjukkan pada table 4.11.

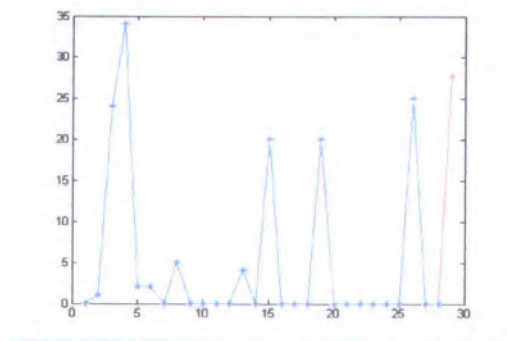
Masukkan jumlah unit hidden layer: 3

Masukkan learning rate: 0.0001

Masukkan jumlah iterasi: 5000

MSE = 1.7395

y\_fore = 27.6633

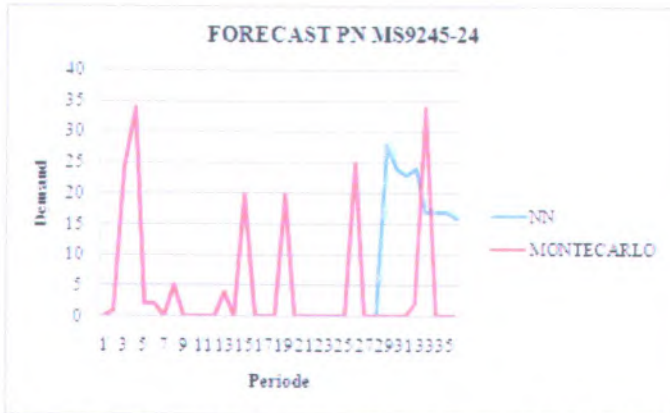


Gambar 4.14 Forecast Demand PN MS9245-24

Tabel 4.13 *Forecast Demand* PN MS9245-24

TAHUN	PERIODE	FORECAST	
		NN	MONTE CARLO
2009	Jan	4	4
	Peb	0	0
	Mar	20	20
	Apr	0	0
	Mei	0	0
	Jun	0	0
	Jul	20	20
	Augt	0	0
	Sep	0	0
	Okt	0	0
	Nop	0	0
	Des	0	0
2010	Jan	0	0
	Peb	25	25
	Mar	0	0
	Apr	0	0
	Mei	28	0
	Jun	24	0
	Jul	23	0
	Augt	24	2
	Sep	17	34
	Okt	17	0
	Nop	17	0
	Des	16	0

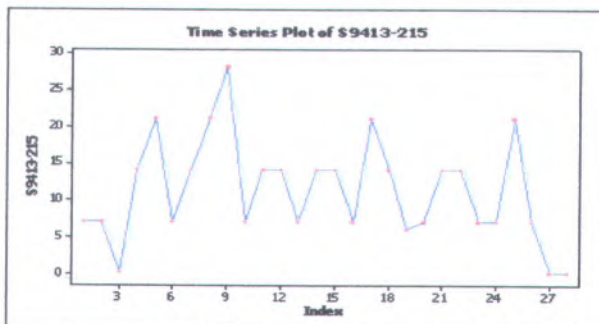
Tabel 4.11 menunjukkan perbandingan hasil *forecast Neural Network* dan simulasi Monte Carlo untuk memprediksi jumlah *demand* pada periode berikutnya.



Gambar 4.15 Perbandingan *Forecast Demand* PN MS9245-24

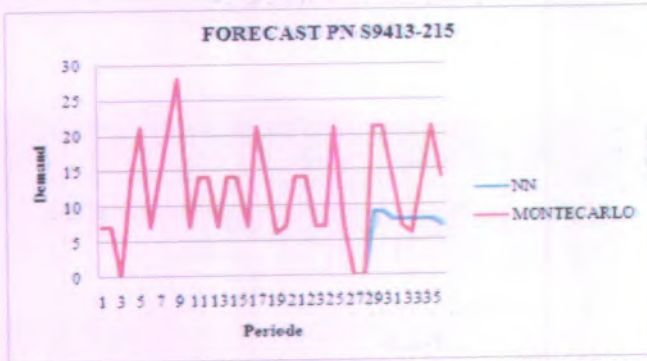
#### b) *Erratic Demand*

Langkah yang dilakukan sebelum *forecast* adalah *plotting* pola *demand* sebagai salah satu pertimbangan metode *forecast* yang tepat. Hasil *plotting* ditunjukkan pada gambar 4.16. PN berkarakteristik *erratic* yang akan digunakan sebagai simulasi pada kuadran II ini adalah PN S9413-215 dan 3606229-1.

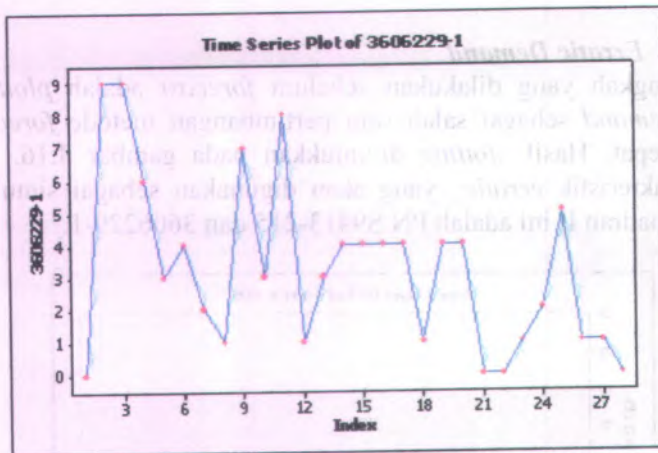


Gambar 4.16 *Plotting Pola Demand* PN S9413-21

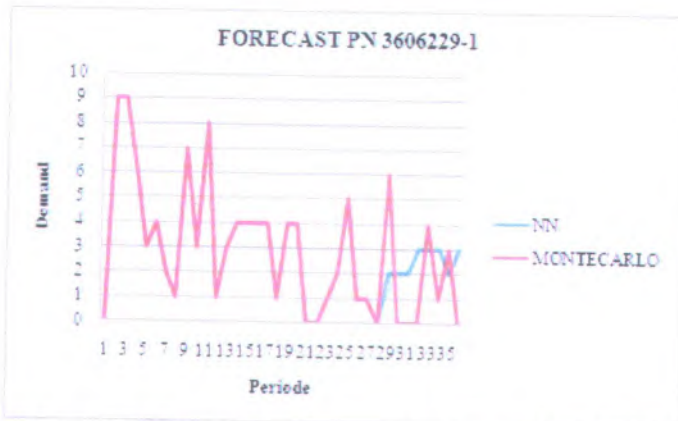
Metode yang digunakan untuk *forecast* sama dengan PN sebelumnya. Hasil *forecast demand* untuk periode Mei 2010-Des/2010 pada gambar 4.17. Rincian tabel *forecast*-nya ada pada lampiran D.



Gambar 4.17 Perbandingan *Forecast Demand* PN S9413-215



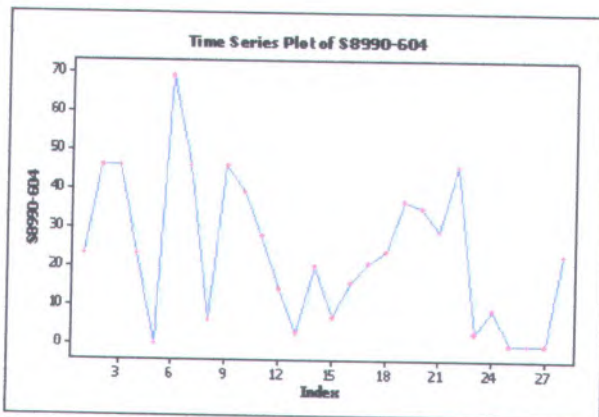
Gambar 4.18 *Plotting Pola Demand* PN 3606229-1



Gambar 4.19 Perbandingan *Forecast Demand* PN 3606229-1

### c) *Smooth Demand*

Langkah yang dilakukan sebelum *forecast* adalah *plotting* pola *demand* sebagai salah satu pertimbangan metode *forecast* yang tepat. PN berkarakteristik *smooth* yang akan digunakan sebagai simulasi pada kuadran II ini adalah PN S8990-604 dan 3614868-1.

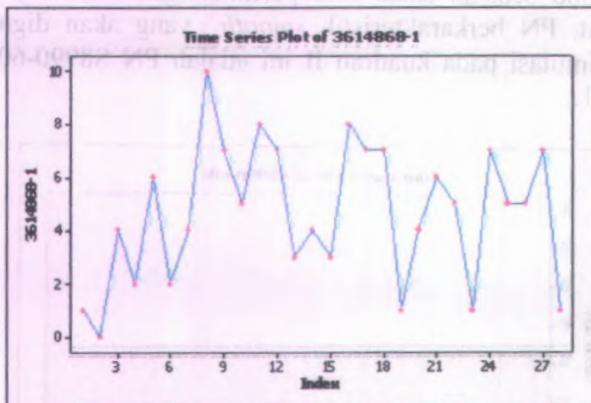


Gambar 4.20 *Plotting Pola Demand* PN S8990-604



Tabel 4.14 *Forecast Demand* PN S8990604

TAHUN	PERIODE	FORECAST
2010	Jan	0
	Peb	0
	Mar	0
	Apr	23
	Mei	15
	Jun	14
	Jul	21
	Augt	23
	Sep	23
	Okt	24
	Nop	26
	Des	25

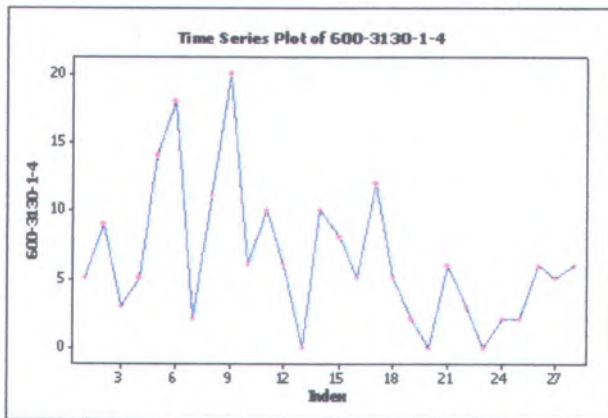
Gambar 4.21 *Plotting Pola Demand* PN 3614868-1

Tabel 4.15 *Forecast Demand* PN 3614868-1

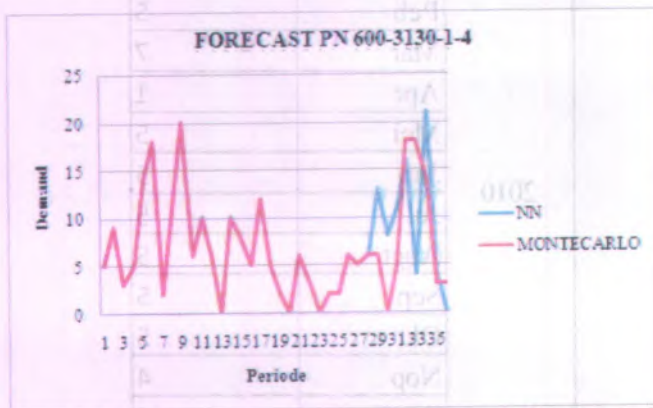
TAHUN	PERIODE	FORECAST
2010	Jan	5
	Peb	5
	Mar	7
	Apr	1
	Mei	5
	Jun	5
	Jul	5
	Augt	5
	Sep	5
	Okt	5
	Nop	4
	Des	4

d) *Intermittent Demand*

Langkah yang dilakukan sebelum *forecast* adalah *plotting* pola *demand*. PN berkarakteristik *intermittent* yang akan digunakan sebagai simulasi pada kuadran II ini adalah PN 600-3130-1-4.

Gambar 4.22 *Plotting Pola Demand* PN 600-3130-1-4

Grafik 4.23 dibawah ini merupakan perbandingan hasil *forecast* model NN dan simulasi Monte Carlo.



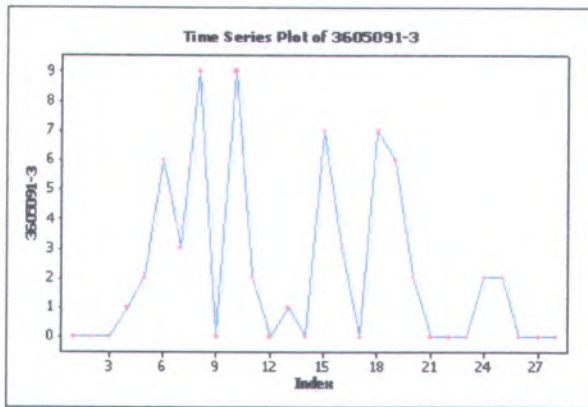
Gambar 4.23 Perbandingan *Forecast Demand* PN 600-3130-1-4

### C. Kuadran III ( *Usage Rendah, Harga Tinggi* )

Pada kuadran III ini masing-masing karakteristik akan diambil 2 PN untuk disimulasikan.

#### a) *Lumpy Demand*

Sama halnya dengan kuadran II, pada kuadran III juga dilakukan *plotting* pola *demand* terlebih dahulu sebelum dilakukan *forecast*. Hasil *plotting* ditunjukkan pada gambar 4.24 dan 4.27. PN karakteristik *lumpy* yang akan disimulasikan adalah PN 3601027-1 dan PN 3605091-3.



Gambar 4.24 *Plotting Pola Demand* PN 3605091-3

*Forecast demand* untuk PN 3605091-3 setelah dilakukan *running* dengan Matlab dan model *forecast Neural Network* adalah sebagai berikut. Hasil *plotting* grafik *forecast* ditunjukkan pada gambar 4.25.

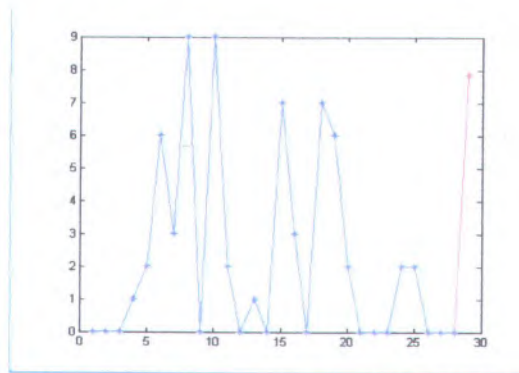
Masukkan jumlah unit hidden layer: 3

Masukkan learning rate: 0.0001

Masukkan jumlah iterasi: 5000

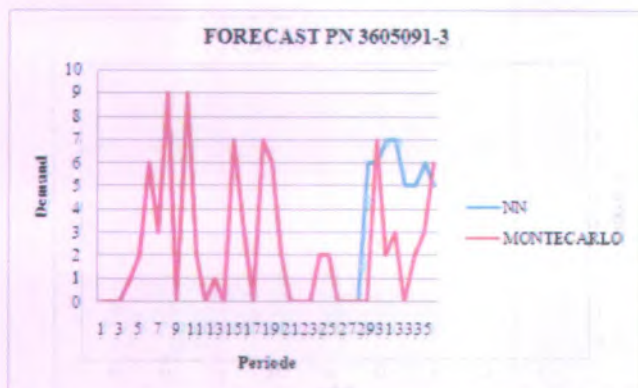
MSE = 0.1159

$y_{fore} = 7.8402$

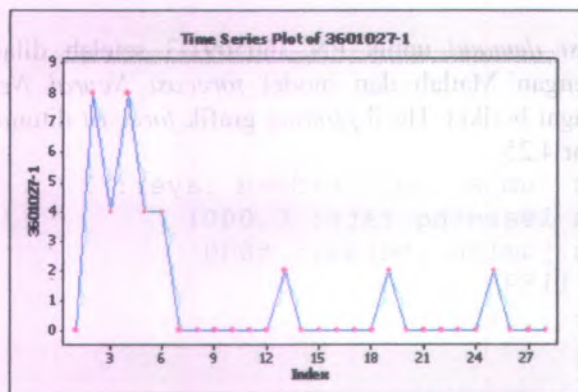


Gambar 4.25 *Forecast Demand* PN 3605091-3

Forecast juga dilakukan dengan simulasi Monte Carlo. Grafik 4.29 dibawah ini merupakan perbandingan hasil *forecast* model NN dan simulasi Monte Carlo.



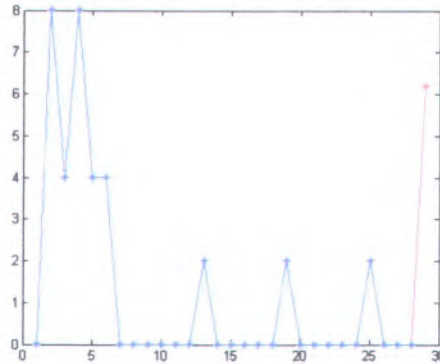
Gambar 4.26 Perbandingan *Forecast Demand* PN 3605091-3



Gambar 4.27 *Plotting Pola Demand* PN 3601027-1

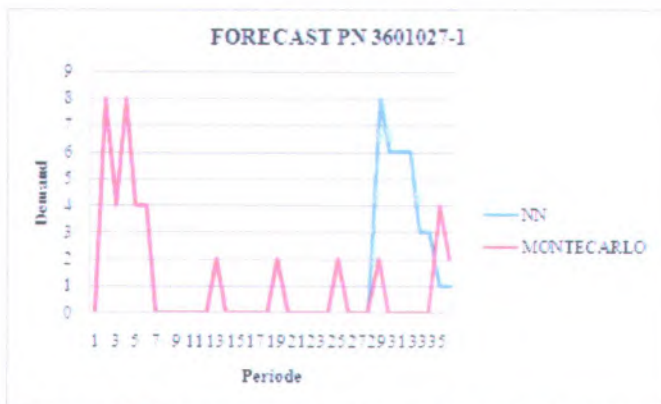
*Forecast demand* untuk PN 3601027-1 setelah dilakukan *running* dengan Matlab dan model *forecast Neural Network* adalah sebagai berikut dan hasilnya pada gambar 4.28.

Masukkan jumlah unit hidden layer: 3  
 Masukkan learning rate: 0.0001  
 Masukkan jumlah iterasi: 5000  
 MSE = 0.1047  
 y\_fore = 6.1955



Gambar 4.28 Forecast Demand PN 3601027-1

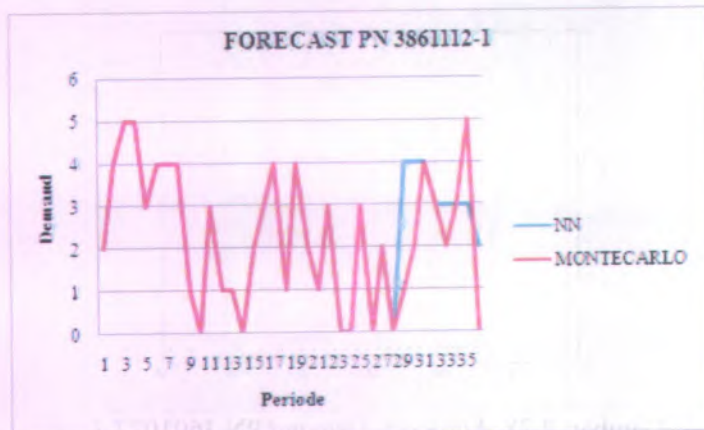
Grafik 4.29 dibawah ini merupakan perbandingan hasil forecast model NN dan simulasi Monte Carlo.



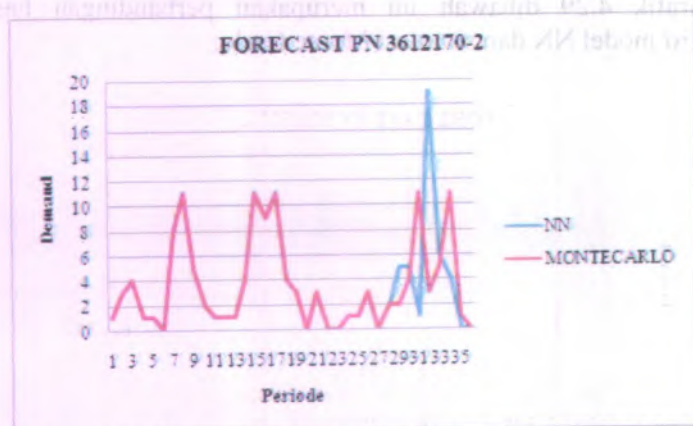
Gambar 4.29 Perbandingan Forecast Demand PN 3601027-1

b) *Erratic Demand*

PN karakteristik *erratic* yang akan disimulasikan adalah PN 3861112-1 dan PN 3612170-2. Gambar 4.30 dan tabel 4.31 merupakan hasil perbandingan *forecast* yang telah dilakukan.



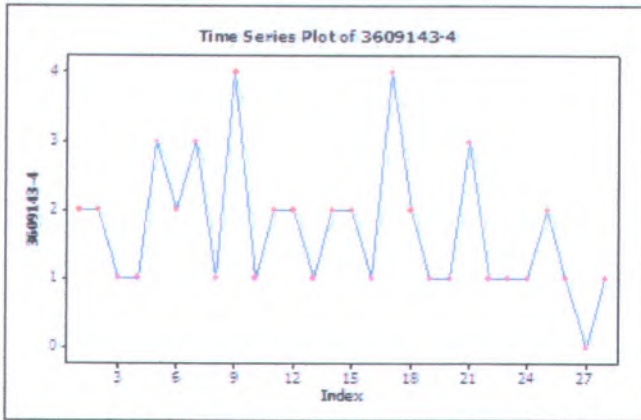
Gambar 4.30 Perbandingan *Forecast Demand* PN 3861112-1



Gambar 4.31 Perbandingan *Forecast Demand* PN 3861112-1

c) *Smooth Demand*

PN karakteristik *smooth* yang akan disimulasikan adalah PN 3609143-4 dan PN S9413-636. Tabel 4.14 dan 4.15 menunjukkan hasil *forecast* yang telah dilakukan.

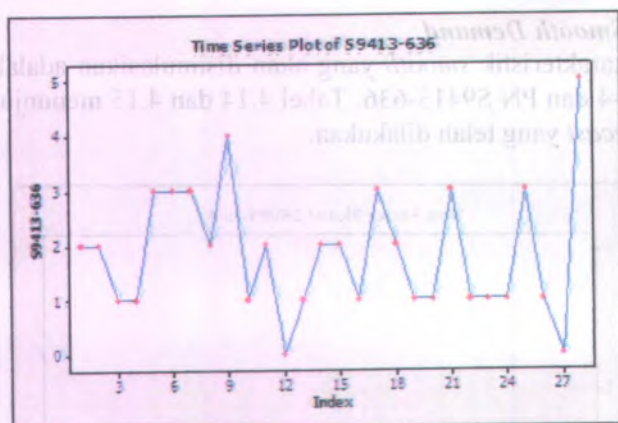


Gambar 4.32 *Plotting Pola Demand* PN 3609143-4

Tabel 4.16 *Forecast Demand* PN 3609143-4

TAHUN	PERIODE	FORECAST
2010	Jan	2
	Peb	1
	Mar	0
	Apr	1
	Mei	2
	Jun	0
	Jul	1
	Augt	1
	Sep	3
	Okt	1
	Nop	1
	Des	2





Gambar 4.33 Plotting Pola Demand PN S9413-636

Tabel 4.17 Forecast Demand PN S9413-636

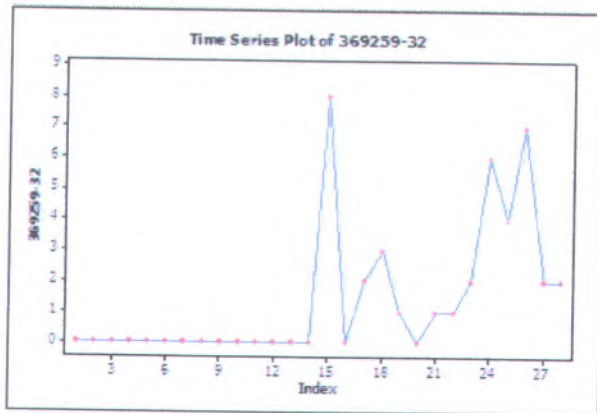
TAHUN	PERIODE	FORECAST
2010	Jan	3
	Peb	1
	Mar	0
	Apr	5
	Mei	1
	Jun	3
	Jul	3
	Augt	0
	Sep	2
	Okt	4
	Nop	1
	Des	0

#### D. Kuadran IV ( Usage Rendah, Harga Tinggi)

Pada kuadran IV ini karakteristik *demand lumpy* dan *erratic* akan diambil 2 PN untuk disimulasikan, sedangkan untuk karakteristik *smooth* akan diambil 1 PN karena pada kuadran IV ini hanya terdapat 1 PN yang berkarakteristik *smooth*.

a) *Lumpy Demand*

Sama halnya dengan kuadran I,II, dan III, pada kuadran IV juga dilakukan *plotting* pola *demand* terlebih dahulu sebelum dilakukan *forecast*. Hasil *plotting* ditunjukkan pada gambar 4.34 dan 4.37. PN karakteristik *lumpy* yang akan disimulasikan adalah PN 3614920-1 dan PN 369259-32.



Gambar 4.34 *Plotting Pola Demand* PN 369259-32

*Forecast demand* untuk PN 369259-32 setelah dilakukan *running* dengan Matlab dan model *forecast Neural Network* adalah sebagai berikut. Grafik output ditunjukkan pada gambar 4.35.

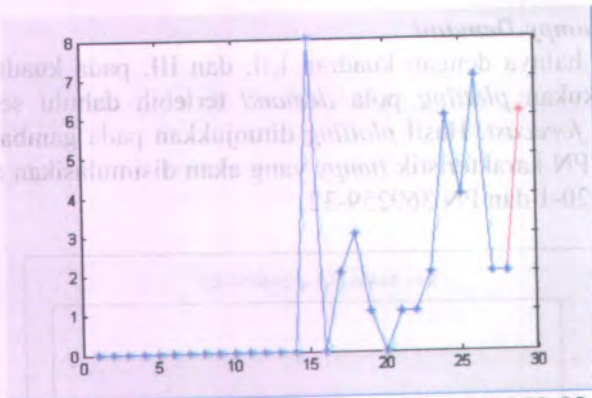
Masukkan jumlah unit hidden layer: 3

Masukkan learning rate: 0.0001

Masukkan jumlah iterasi: 5000

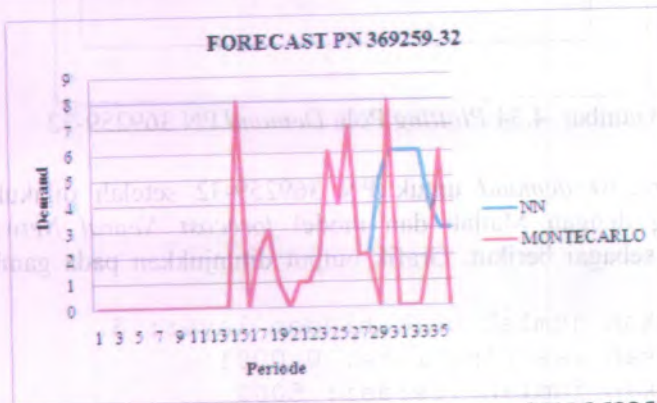
MSE = 0.0426

y\_fore = 6.0914

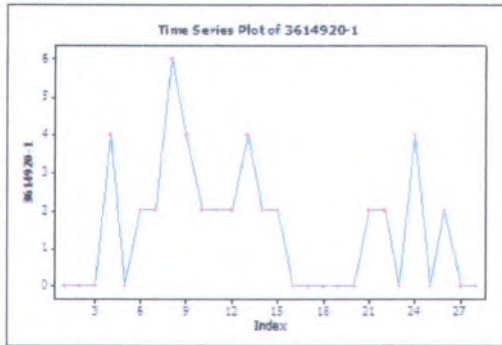


Gambar 4.35 Forecast Demand PN 369259-32

Perbandingan hasil prediksi jumlah *demand* dengan kedua pendekatan dapat dilihat pada gambar 4.36 dibawah ini.



Gambar 4.36 Perbandingan Forecast Demand PN 369259-32



Gambar 4.37 Plotting Pola Demand PN 3614920-1

*Forecast demand* untuk PN 3614920-1 setelah dilakukan *running* dengan Matlab dan model *forecast Neural Network* adalah sebagai berikut. Grafik output ditunjukkan pada gambar 4.38.

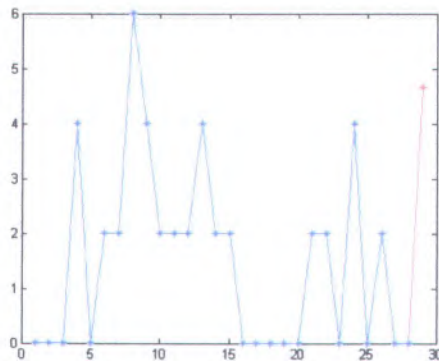
Masukkan jumlah unit hidden layer: 3

Masukkan learning rate: 0.0001

Masukkan jumlah iterasi: 5000

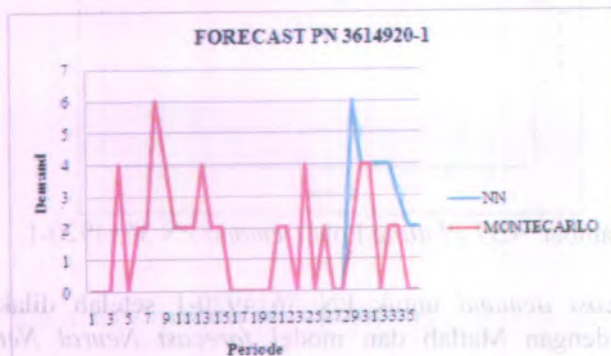
MSE = 0.0468

y\_fore = 4.6520



Gambar 4.38 Forecast Demand PN 3614920-1

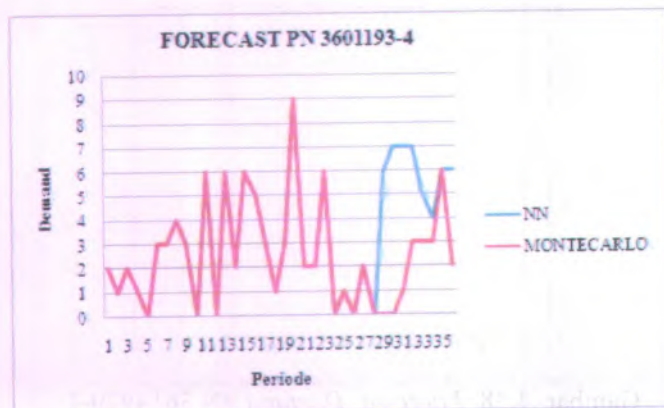
Perbandingan hasil prediksi jumlah *demand* ditunjukkan pada gambar 4.39.



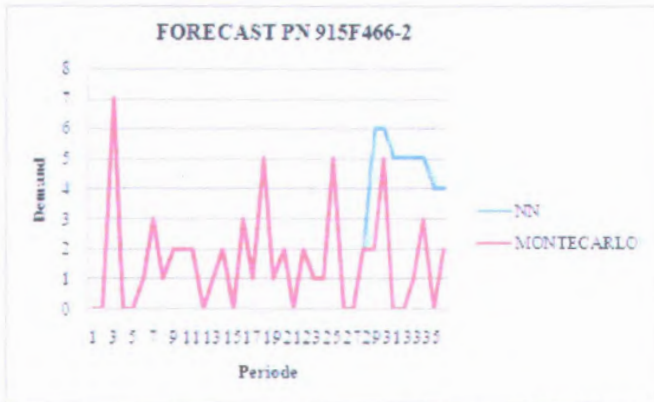
Gambar 4.39 Perbandingan *Forecast Demand* PN 3614920-1

**b) Erratic Demand**

PN karakteristik *erratic* yang akan disimulasikan adalah PN 3601193-4 dan PN 915F466-2. Tabel 4.40 dan tabel 4.41 merupakan perbandingan hasil *forecast* model NN dan simulasi Monte Carlo.



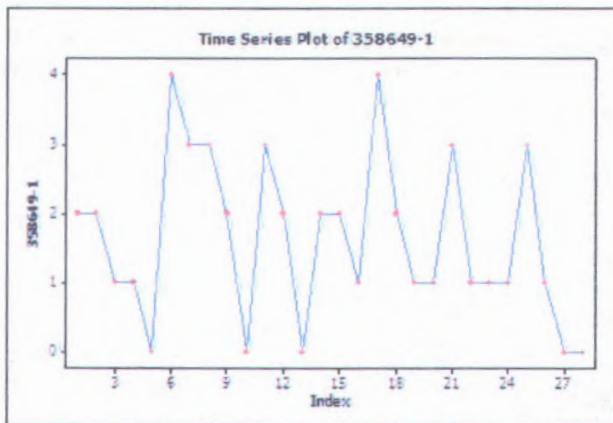
Gambar 4.40 Perbandingan *Forecast Demand* PN 3601193-4



Gambar 4.41 Perbandingan *Forecast Demand* PN 915F466-2

c) *Smooth Demand*

PN karakteristik *smooth* yang akan disimulasikan adalah PN 358649-1. Hasil *plotting* histori *demand* dapat dilihat pada gambar 4.42. Hasil *forecast* ditunjukkan pada tabel 4.16.



Gambar 4.42 *Plotting Pola Demand* PN 358649-1

Tabel 4.18 *Forecast Demand* PN 358649-1

TAHUN	PERIODE	FORECAST
2010	Jan	3
	Peb	1
	Mar	0
	Apr	0
	Mei	4
	Jun	2
	Jul	0
	Augt	1
	Sep	3
	Okt	2
	Nop	2
	Des	1

### 4.2.3 Perhitungan Biaya

#### a. Biaya Order (*Order Cost*)

*Order cost* adalah biaya yang terlibat selama proses pemesanan barang dari *vendor/supplier* hingga barang yang dipesan sampai di *warehouse*. Biaya pesan dipengaruhi oleh jumlah pemesanan dalam 1 periode, dimana frekuensi pemesanan tergantung pada jumlah kebutuhan barang selama 1 periode (A), jumlah setiap kali pesan (Q). Penjabaran dari biaya pemesanan untuk *spare parts* diuraikan pada tabel 4.19 dibawah ini.

Tabel 4.19 *Biaya Order* (Sumber : Unit Fasilitas/TF)

Kebutuhan	April	Mei	Juni
Print	Rp2,650,000	Rp3,150,000	Rp2,250,000
Biaya Transport	Rp357,000	Rp357,000	Rp357,000
Internet	Rp2,500,000	Rp2,750,000	Rp2,450,000
Fotocopy	Rp2,552,000	Rp2,103,200	Rp2,400,750
Listrik	Rp6,174,533	Rp7,605,112	Rp6,128,410
Telpon	Rp2,290,037	Rp2,290,037	Rp2,290,037
Jumlah PO	2016	2997	2101
TOTAL	Rp16,523,569	Rp15,965,312	Rp13,586,160
Biaya Kotor/PO	Rp8,196	Rp5,327	Rp6,467
Kertas PO	Rp15,000	Rp15,000	Rp15,000
ORDER COST	Rp23,196	Rp20,327	Rp21,467
AVERAGE ORDER COST			Rp21,663

Biaya *order* pada tabel 4.19 diatas diperuntukan untuk sekali melakukan pemesanan barang. Biaya *order* selama setahun didapat dari perkalian antara biaya *order* (Rp 21,663) dengan jumlah *order* selama setahun.

**b. Biaya Penyimpanan (*Inventory Carrying Cost*)**

*Holding cost* adalah biaya yang timbul sebagai akibat dari jumlah barang yang disimpan dan lamanya disimpan. Perhitungan *Total Inventory Carring Cost*, berdasarkan perhitungan keseluruhan biaya yang dikeluarkan dalam hal pengeleloan persediaan (*inventory*). Mulai dari sewa gudang serta pembelian alat-alat penyimpanan khusus. Penjabaran perhitungan *carraying cost* seperti pada table 4.20 dibawah ini.

Tabel 4.20 Biaya Penyimpanan

KEBUTUHAN	ASUMSI
Capital	10%
Storage	5%
Asuransi	5%
<b>TOTAL HOLDING</b>	<b>20%</b>

PT GMF tidak pernah memperhitungkan biaya penyimpanan karena gudang dari PT.GMF merupakan gudang milik sendiri, oleh sebab itu pada penelitian kali ini biaya penyimpanan diasumsikan sebesar 20% dari harga pembelian barang berlandaskan pada literatur buku yang digunakan.

**c. Biaya Pembelian (*Purchasing Cost*)**

Biaya yang dikeluarkan untuk membeli per unit barang persediaan, dimana nilainya adalah nilai unit *price* dikalikan dengan total *usage* pemakaian. Contoh perhitungan untuk biaya pembelian dapat dilihat pada tabel 4.21.



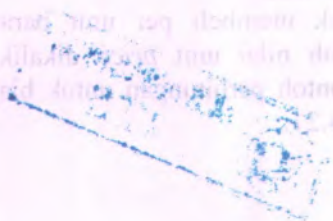
Tabel 4.21 Biaya Pembelian PN 358649-1 Tahun 2010

2010	PERIODE	Demand	Order	Purchase Cost
	Jan	3	3	Rp 28,173,804
Feb	1	1	Rp 9,391,268	
Mar	0	0	Rp -	
Apr	0	0	Rp -	
May	4	4	Rp 37,565,072	
Jun	2	2	Rp 18,782,536	
Jul	0	0	Rp -	
Aug	1	1	Rp 9,391,268	
Sep	3	3	Rp 28,173,804	
Oct	2	2	Rp 18,782,536	
Nov	2	2	Rp 18,782,536	
Dec	1	1	Rp 9,391,268	

#### d. Stock Out Cost

Biaya yang dikeluarkan karena terjadi kekurangan persediaan dimana *demand* lebih tinggi dibanding dengan *inventori*-nya. Pada Tabel 4.22 merupakan contoh perhitungan dari *stock out cost* pada tahun 2009. Perhitungan dilakukan dengan mengalikan prosentase terjadinya *stock out* dengan biaya *stock out*. Biaya *stock out* didapat dari 7% dari harga barang. Pengambilan asumsi 7% didapat dari hasil diskusi dengan pihak *planning* di unit TMM. Tabel 4.22 merupakan biaya *stock out* yang terjadi pada PN 358649-1.

Biaya yang dikeluarkan untuk membeli per unit barang persediaan dimana dimana adalah nilai unit yang dikalikan dengan total unit yang persediaan. Contoh perhitungan biaya pembelian dapat dilihat pada tabel 4.22.



Tabel 4.22 Biaya *Stock out* PN 358649-1 2010

	PERIODE	<i>Inventory</i>	<i>Demand</i>	<i>Stock out cost</i>
2010	Jan	-3	3	Rp 657,389
	Feb	-1	1	Rp 657,389
	Mar	0	0	Rp 657,389
	Apr	0	0	Rp 657,389
	May	-4	4	Rp 657,389
	Jun	-2	2	Rp 657,389
	Jul	0	0	Rp 657,389
	Aug	-1	1	Rp 657,389
	Sep	-3	3	Rp 657,389
	Oct	-2	2	Rp 657,389
	Nov	-2	2	Rp 657,389
	Dec	-1	1	Rp 657,389

#### e. Total Biaya

Pada Sub bab ini akan dilakukan perhitungan total biaya dari masing-masing alternatif waktu pengadaan *spare parts*.

#### i. Total Biaya Untuk Bulanan

Perhitungan total biaya untuk pengadaan secara setiap bulan menggunakan persamaan (2.42-2.46). Hasil perhitungan total biaya ditunjukkan pada tabel 4.23.



Tabel 4.23 Total Biaya Pengadaan Bulanan

PN	TOTAL COST PERIODIC BULANAN		SERVICE LEVEL ACTUAL	
	NN MODEL	MONTE CARLO	NN MODEL	MONTE CARLO
1475M35P01	Rp 44,840,121,097.81	Rp 27,175,937,249.76	99%	99%
3601193-8	Rp 1,604,370,647.30	Rp 1,632,157,224.11	97%	97%
3605239-2	Rp 792,889,326.32	Rp 792,889,326.32	97%	97%
S9413-215	Rp 708,608.79	Rp 712,801.50	100%	100%
3606229-1	Rp 140,092,653.85	Rp 136,709,443.52	98%	98%
600-3130-1-4	Rp 10,983,740.59	Rp 10,639,847.12	100%	99%
358027	Rp 97,622,325.87	Rp 77,438,917.29	97%	100%
MS9245-24	Rp 383,351.68	Rp 254,928.92	100%	100%
S8990-604	Rp 2,678,007.52	Rp 2,678,007.52	100%	100%
3614868-1	Rp 21,119,137.18	Rp 21,119,137.18	100%	100%
3861112-1	Rp 52,598,813.02	Rp 50,360,559.92	99%	99%
3612170-2	Rp 40,513,884.19	Rp 39,717,322.53	97%	98%
3601027-1	Rp 66,629,042.84	Rp 41,716,547.92	91%	93%
3605091-3	Rp 54,179,608.40	Rp 43,135,180.28	96%	99%
3609143-4	Rp 345,891,503.36	Rp 345,891,503.36	100%	100%
S9413-636	Rp 2,986,483.04	Rp 2,986,483.04	100%	100%
3601193-4	Rp 973,259,577.00	Rp 830,477,623.50	99%	100%
915F466-2	Rp 1,544,544,180.69	Rp 1,093,342,999.34	92%	95%
3614920-1	Rp 575,352,573.63	Rp 388,816,514.56	89%	93%
369259-32	Rp 370,240,757.25	Rp 379,693,414.67	92%	93%
358649-1	Rp 1,013,719,327.93	Rp 1,013,719,327.93	97%	97%



ii. Total Biaya Untuk Pengadaan *Quarterly*

Perhitungan total biaya untuk pengadaan setiap *quarterly* menggunakan persamaan (2.47-2.50). Hasil perhitungan total biaya ditunjukkan pada tabel 4.24.

Tabel 4.24 Total Biaya *Quarterly*

PN	TOTAL COST QUATERLY		SERVICE LEVEL ACTUAL	
	NN MODEL	MONTE CARLO	NN MODEL	MONTE CARLO
1475M35P01	Rp 48,553,542,753.92	Rp 26,856,016,653.42	99%	99%
3601193-8	Rp 1,717,520,201.04	Rp 1,786,678,506.25	98%	97%
3605239-2	Rp 830,518,475.77	Rp 830,518,475.77	93%	93%
S9413-215	Rp 718,644.21	Rp 774,382.75	100%	100%
3606229-1	Rp 145,391,554.53	Rp 138,155,246.53	96%	96%
600-3130-1-4	Rp 11,222,037.76	Rp 10,947,251.78	99%	98%
358027	Rp 99,096,094.71	Rp 79,527,320.53	97%	97%
MS9245-24	Rp 290,050.69	Rp 281,227.52	99%	99%
S8990-604	Rp 2,681,398.75	Rp 2,681,398.75	100%	100%
3614868-1	Rp 11,084,797.59	Rp 11,084,797.59	98%	98%
3861112-1	Rp 54,342,899.97	Rp 50,837,138.69	94%	94%
3612170-2	Rp 39,695,738.36	Rp 40,957,817.58	97%	97%
3601027-1	Rp 68,107,813.56	Rp 43,819,062.28	94%	95%
3605091-3	Rp 57,619,041.18	Rp 46,573,631.01	94%	95%
3609143-4	Rp 351,527,449.25	Rp 351,527,449.25	93%	93%
S9413-636	Rp 2,917,860.22	Rp 2,917,860.22	96%	96%
3601193-4	Rp 975,974,548.50	Rp 833,596,908.75	95%	96%
915F466-2	Rp 1,632,517,881.70	Rp 1,127,356,843.97	93%	93%
3614920-1	Rp 622,573,935.52	Rp 395,210,365.57	91%	88%
369259-32	Rp 372,964,931.90	Rp 396,185,785.38	94%	91%
358649-1	Rp 532,411,393.53	Rp 532,411,393.53	93%	93%

### iii. Total Biaya Untuk *Direct Purchase*

Perhitungan total biaya untuk *direct purchase* menggunakan persamaan (2.51-2.52). Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.25 dibawah ini.

Tabel 4.25 Total Biaya *Direct Purchase*

PN	TOTAL COST DIRECT PURCHASE		SERVICE LEVEL ACTUAL	
	NN MODEL	MONTE CARLO	NN MODEL	MONTE CARLO
1475M35P01	Rp 53,930,505,548.57	Rp 30,094,078,059.45	98%	97%
3601193-8	Rp 1,791,531,043.58	Rp 1,833,273,827.65	82%	83%
3605239-2	Rp 809,230,559.50	Rp 809,230,559.50	72%	72%
S9413-215	Rp 1,263,314.00	Rp 1,339,501.50	91%	92%
3606229-1	Rp 140,517,162.24	Rp 133,040,238.24	71%	73%
600-3130-1-4	Rp 11,940,548.49	Rp 11,508,822.23	88%	87%
358027	Rp 113,876,673.84	Rp 90,409,252.50	87%	85%
MS9245-24	Rp 624,634.46	Rp 394,790.46	94%	93%
S8990-604	Rp 3,075,228.32	Rp 3,075,228.32	96%	96%
3614868-1	Rp 12,844,797.51	Rp 12,844,797.51	79%	79%
3861112-1	Rp 60,196,366.28	Rp 56,227,742.85	66%	65%
3612170-2	Rp 44,225,468.92	Rp 37,708,738.15	78%	77%
3601027-1	Rp 75,082,632.10	Rp 47,419,912.30	76%	74%
3605091-3	Rp 60,099,643.13	Rp 41,128,571.04	79%	75%
3609143-4	Rp 393,919,754.72	Rp 393,919,754.72	58%	58%
S9413-636	Rp 3,429,141.66	Rp 3,429,141.66	52%	52%
3601193-4	Rp 975,513,836.25	Rp 954,624,541.50	72%	69%
915F466-2	Rp 1,863,079,204.31	Rp 1,281,791,998.60	68%	58%
3614920-1	Rp 708,184,596.38	Rp 389,668,067.50	74%	64%
369259-32	Rp 418,512,927.80	Rp 433,510,006.30	66%	73%
358649-1	Rp 597,183,233.36	Rp 597,183,233.36	51%	51%

Rating untuk total biaya yang telah dihitung pada masing-masing waktu pengadaan dapat dilihat pada tabel 4.26.

Tabel 4.26 Rating Total Biaya

PN	STRATEGI	NN		MONTECARLO	
		TOTAL COST	RATING	TOTAL COST	RATING
1475M35P01	PERIODIC BULANAN	Rp 44,840,121,097.81	3	Rp 27,175,937,249.76	2
	QUARTERLY	Rp 48,553,542,753.92	2	Rp 26,856,016,653.42	3
	DIRECT PURCHASE	Rp 53,930,505,548.57	1	Rp 30,094,078,059.45	1
3601193-8	PERIODIC BULANAN	Rp 1,604,370,647.30	3	Rp 1,632,157,224.11	3
	QUARTERLY	Rp 1,717,520,201.04	2	Rp 1,786,678,506.25	2
	DIRECT PURCHASE	Rp 1,791,531,043.58	1	Rp 1,833,273,827.65	1
3605239-2	PERIODIC BULANAN	Rp 792,889,326.32	3	Rp 792,889,326.32	3
	QUARTERLY	Rp 830,518,475.77	1	Rp 830,518,475.77	1
	DIRECT PURCHASE	Rp 809,230,559.50	2	Rp 809,230,559.50	2
S9413-215	PERIODIC BULANAN	Rp 708,608.79	3	Rp 712,801.50	3
	QUARTERLY	Rp 718,644.21	2	Rp 774,382.75	2
	DIRECT PURCHASE	Rp 1,263,314.00	1	Rp 1,339,501.50	1
3606229-1	PERIODIC BULANAN	Rp 140,092,653.85	3	Rp 136,709,443.52	2
	QUARTERLY	Rp 145,391,554.53	1	Rp 138,155,246.53	1
	DIRECT PURCHASE	Rp 140,517,162.24	2	Rp 133,040,238.24	3
600-3130-1-4	PERIODIC BULANAN	Rp 10,983,740.59	3	Rp 10,639,847.12	3
	QUARTERLY	Rp 11,222,037.76	2	Rp 10,947,251.78	2
	DIRECT PURCHASE	Rp 11,940,548.49	1	Rp 11,508,822.23	1
358027	PERIODIC BULANAN	Rp 97,622,325.87	3	Rp 77,438,917.29	3
	QUARTERLY	Rp 99,096,094.71	2	Rp 79,527,320.53	2
	DIRECT PURCHASE	Rp 113,876,673.84	1	Rp 90,409,252.50	1
MS9245-24	PERIODIC BULANAN	Rp 383,351.68	2	Rp 254,928.92	3
	QUARTERLY	Rp 290,050.69	3	Rp 281,227.52	2
	DIRECT PURCHASE	Rp 624,634.46	1	Rp 394,790.46	1
S8990-604	PERIODIC BULANAN	Rp 2,678,007.52	3	Rp 2,678,007.52	3
	QUARTERLY	Rp 2,681,398.75	2	Rp 2,681,398.75	2
	DIRECT PURCHASE	Rp 3,075,228.32	1	Rp 3,075,228.32	1
3614868-1	PERIODIC BULANAN	Rp 21,119,137.18	1	Rp 21,119,137.18	1
	QUARTERLY	Rp 11,084,797.59	3	Rp 11,084,797.59	3
	DIRECT PURCHASE	Rp 12,844,797.51	2	Rp 12,844,797.51	2
3861112-1	PERIODIC BULANAN	Rp 52,598,813.02	3	Rp 50,360,559.92	2
	QUARTERLY	Rp 54,342,899.97	2	Rp 50,837,138.69	1
	DIRECT PURCHASE	Rp 60,196,366.28	1	Rp 56,227,742.85	3
3612170-2	PERIODIC BULANAN	Rp 40,513,884.19	2	Rp 39,717,322.53	2
	QUARTERLY	Rp 39,695,738.36	3	Rp 40,957,817.58	1
	DIRECT PURCHASE	Rp 44,225,468.92	1	Rp 37,708,738.15	3
3601027-1	PERIODIC BULANAN	Rp 66,629,042.84	3	Rp 41,716,547.92	3
	QUARTERLY	Rp 68,107,813.56	2	Rp 43,819,062.28	2
	DIRECT PURCHASE	Rp 75,082,632.10	1	Rp 47,419,912.30	1
3605091-3	PERIODIC BULANAN	Rp 54,179,608.40	3	Rp 43,135,180.28	2
	QUARTERLY	Rp 57,619,041.18	2	Rp 46,573,631.01	1
	DIRECT PURCHASE	Rp 60,099,643.13	1	Rp 41,128,571.04	3
3609143-4	PERIODIC BULANAN	Rp 345,891,503.36	3	Rp 345,891,503.36	3
	QUARTERLY	Rp 351,527,449.25	2	Rp 351,527,449.25	2
	DIRECT PURCHASE	Rp 393,919,754.72	1	Rp 393,919,754.72	1
S9413-636	PERIODIC BULANAN	Rp 2,986,483.04	2	Rp 2,986,483.04	2
	QUARTERLY	Rp 2,917,860.22	3	Rp 2,917,860.22	3
	DIRECT PURCHASE	Rp 3,429,141.66	1	Rp 3,429,141.66	1

Tabel 4.26 Rating Total Biaya

PN	STRATEGI	NN		MONTECARLO	
		TOTAL COST	RATING	TOTAL COST	RATING
3601193-4	PERIODIC BULANAN	Rp 973,259,577.00	3	Rp 830,477,623.50	3
	QUARTERLY	Rp 975,974,548.50	1	Rp 833,596,908.75	2
	DIRECT PURCHASE	Rp 975,513,836.25	2	Rp 954,624,541.50	1
915F466-2	PERIODIC BULANAN	Rp 1,544,544,180.69	3	Rp 1,093,342,999.34	3
	QUARTERLY	Rp 1,632,517,881.70	2	Rp 1,127,356,843.97	2
	DIRECT PURCHASE	Rp 1,863,079,204.31	1	Rp 1,281,791,998.60	1
3614920-1	PERIODIC BULANAN	Rp 575,352,573.63	3	Rp 388,816,514.56	3
	QUARTERLY	Rp 622,573,935.52	2	Rp 395,210,365.57	1
	DIRECT PURCHASE	Rp 708,184,596.38	1	Rp 389,668,067.50	2
369259-32	PERIODIC BULANAN	Rp 370,240,757.25	3	Rp 379,693,414.67	3
	QUARTERLY	Rp 372,964,931.90	2	Rp 396,185,785.38	2
	DIRECT PURCHASE	Rp 418,512,927.80	1	Rp 433,510,006.30	1
358649-1	PERIODIC BULANAN	Rp 1,013,719,327.93	1	Rp 1,013,719,327.93	1
	QUARTERLY	Rp 532,411,393.53	3	Rp 532,411,393.53	3
	DIRECT PURCHASE	Rp 597,183,233.36	2	Rp 597,183,233.36	2

Tabel 4.27 Rating TAT Maintenance

PN	STRATEGI	TAT MAINTENANCE	RATING
1475M35P01	PERIODIC BULANAN	30	1
	QUARTERLY	30	3
	DIRECT PURCHASE	34	2
3601193-8	PERIODIC BULANAN	30	1
	QUARTERLY	30	3
	DIRECT PURCHASE	34	2
3605239-2	PERIODIC BULANAN	30	2
	QUARTERLY	30	3
	DIRECT PURCHASE	44	1
S9413-215	PERIODIC BULANAN	30	1
	QUARTERLY	30	2
	DIRECT PURCHASE	30	3
3606229-1	PERIODIC BULANAN	30	2
	QUARTERLY	30	3
	DIRECT PURCHASE	38	1
600-3130-1-4	PERIODIC BULANAN	30	1
	QUARTERLY	30	2
	DIRECT PURCHASE	30	3

Tabel 4.27 Rating TAT Maintenance

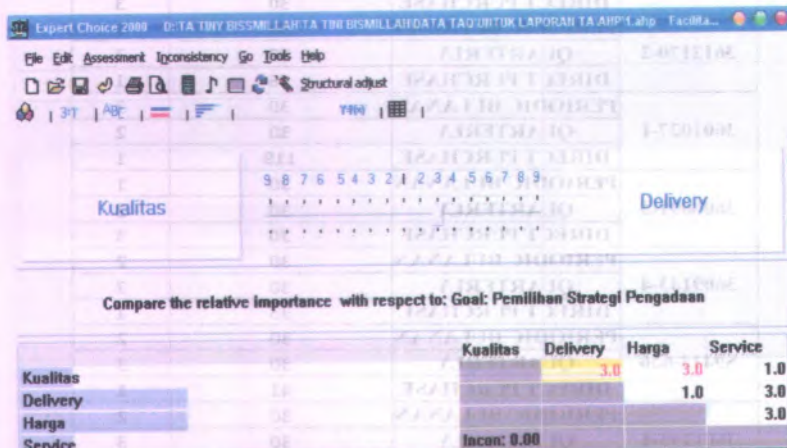
PN	STRATEGI	TAT MAINTENANCE	RATING
358027	PERIODIC BULANAN	30	2
	QUARTERLY	30	3
	DIRECT PURCHASE	35	1
MS9245-24	PERIODIC BULANAN	30	3
	QUARTERLY	30	2
	DIRECT PURCHASE	92	1
S8990-604	PERIODIC BULANAN	30	2
	QUARTERLY	30	3
	DIRECT PURCHASE	37	1
3614868-1	PERIODIC BULANAN	30	1
	QUARTERLY	30	2
	DIRECT PURCHASE	30	3
3861112-1	PERIODIC BULANAN	30	1
	QUARTERLY	30	2
	DIRECT PURCHASE	30	3
3612170-2	PERIODIC BULANAN	30	2
	QUARTERLY	30	3
	DIRECT PURCHASE	36	1
3601027-1	PERIODIC BULANAN	30	3
	QUARTERLY	30	2
	DIRECT PURCHASE	119	1
3605091-3	PERIODIC BULANAN	30	1
	QUARTERLY	30	2
	DIRECT PURCHASE	30	3
3609143-4	PERIODIC BULANAN	30	2
	QUARTERLY	30	3
	DIRECT PURCHASE	33	1
S9413-636	PERIODIC BULANAN	30	2
	QUARTERLY	30	3
	DIRECT PURCHASE	41	1
3601193-4	PERIODIC BULANAN	30	2
	QUARTERLY	30	3
	DIRECT PURCHASE	38	1
915F466-2	PERIODIC BULANAN	30	2
	QUARTERLY	30	3
	DIRECT PURCHASE	85	1
3614920-1	PERIODIC BULANAN	30	1
	QUARTERLY	30	3
	DIRECT PURCHASE	36	2
369259-32	PERIODIC BULANAN	30	1
	QUARTERLY	30	3
	DIRECT PURCHASE	31	2
358649-1	PERIODIC BULANAN	30	1
	QUARTERLY	30	2
	DIRECT PURCHASE	30	3



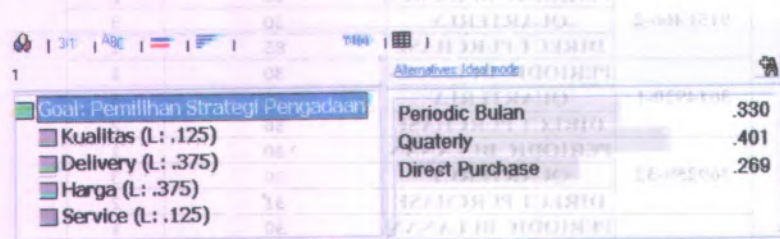
Pada tabel 4.27 diatas dapat dilihat total TAT *maintenance* untuk setiap waktu pengadaan dan rating untuk masing-masing PN.

#### 4.2.4 Pembobotan Kriteria

Pembobotan kriteria disini merupakan hasil dari *expert adjustment* yang diolah menggunakan AHP. Inputan AHP merupakan hasil dari *adjustment expert (purchaser TMM engine shop)* seperti pada tabel 4.36 dibawah ini untuk contoh PN 1475M35P01. Tabel 4.27 menunjukkan rating bobot berdasarkan faktor *subjectivitas* untuk masing-masing PN.



Gambar 4.43 Pembobotan AHP



Gambar 4.44 Hasil Pembobotan AHP

Tabel 4.28 Rating Bobot Kriteria *Subjective*

PN	STRATEGI	BOBOT	RATING
1475M35P01	PERIODIC BULANAN	0.33	2
	QUARTERLY	0.401	3
	DIRECT PURCHASE	0.269	1
3601193-8	PERIODIC BULANAN	0.309	1.5
	QUARTERLY	0.309	1.5
	DIRECT PURCHASE	0.382	3
3605239-2	PERIODIC BULANAN	0.402	3
	QUARTERLY	0.313	2
	DIRECT PURCHASE	0.285	1
S9413-215	PERIODIC BULANAN	0.402	3
	QUARTERLY	0.299	1.5
	DIRECT PURCHASE	0.299	1.5
3606229-1	PERIODIC BULANAN	0.287	1
	QUARTERLY	0.361	3
	DIRECT PURCHASE	0.352	2
600-3130-1-4	PERIODIC BULANAN	0.353	2.5
	QUARTERLY	0.353	2.5
	DIRECT PURCHASE	0.294	1
358027	PERIODIC BULANAN	0.325	1.5
	QUARTERLY	0.325	1.5
	DIRECT PURCHASE	0.349	3
MS9245-24	PERIODIC BULANAN	0.391	3
	QUARTERLY	0.262	2
	DIRECT PURCHASE	0.348	1
S8990-604	PERIODIC BULANAN	0.322	2
	QUARTERLY	0.258	1
	DIRECT PURCHASE	0.42	3
3614868-1	PERIODIC BULANAN	0.355	3
	QUARTERLY	0.344	2
	DIRECT PURCHASE	0.3	1
3861112-1	PERIODIC BULANAN	0.316	2
	QUARTERLY	0.298	1
	DIRECT PURCHASE	0.386	3

Tabel 4.28 Rating Bobot Kriteria *Subjective*

PN	STRATEGI	BOBOT	RATING
3612170-2	PERIODIC BULANAN	0.258	1
	QUARTERLY	0.387	3
	DIRECT PURCHASE	0.355	2
3601027-1	PERIODIC BULANAN	0.316	1.5
	QUARTERLY	0.316	1.5
	DIRECT PURCHASE	0.368	3
3605091-3	PERIODIC BULANAN	0.343	2
	QUARTERLY	0.267	1
	DIRECT PURCHASE	0.39	3
3609143-4	PERIODIC BULANAN	0.213	1
	QUARTERLY	0.333	2
	DIRECT PURCHASE	0.454	3
S9413-636	PERIODIC BULANAN	0.261	1.5
	QUARTERLY	0.261	1.5
	DIRECT PURCHASE	0.479	3
3601193-4	PERIODIC BULANAN	0.294	1
	QUARTERLY	0.315	2
	DIRECT PURCHASE	0.39	3
915F466-2	PERIODIC BULANAN	0.224	1
	QUARTERLY	0.283	2
	DIRECT PURCHASE	0.493	3
3614920-1	PERIODIC BULANAN	0.235	1
	QUARTERLY	0.31	2
	DIRECT PURCHASE	0.454	3
369259-32	PERIODIC BULANAN	0.285	1
	QUARTERLY	0.332	2
	DIRECT PURCHASE	0.383	3
358649-1	PERIODIC BULANAN	0.253	1
	QUARTERLY	0.326	2
	DIRECT PURCHASE	0.42	3

#### 4.2.5 Pemilihan Waktu Pengadaan

Teknik pemilihan waktu pengadaan menggunakan penilaian (*rating*) dari faktor penentu keputusan, yaitu *Total Biaya (TC)* minimum, *TAT Maintenance* minimum dan Bobot dari kuisioner

*pairwise* pemilihan (faktor keputusan) yang tertinggi dari masing-masing alternatif waktu pengadaan. Penilaian seperti dibawah ini.

- *Total Biaya (TC) & TAT Maintenance*
  - ✓ *Rating 3* = Nilai TC paling minimum
  - ✓ *Rating 2* = Nilai TC lebih besar dari *Rating 3*
  - ✓ *Rating 1* = Nilai TC terbesar (maksimum)
- *Faktor Keputusan (Weight Score)*
  - ✓ *Rating 3* = Nilai bobot paling besar
  - ✓ *Rating 2* = Nilai bobot lebih kecil dari *Rating 3*
  - ✓ *Rating 1* = Nilai bobot terkecil

Dari sistem penilaian dari keputusan dalam pemilihan waktu pengadaan yang optimum ini di implementasikan dalam perhitungan pada tabel 4.7 untuk setiap item pada kelasnya masing-masing.

Tabel 4.29 Hasil Pemilihan Waktu Pengadaan

PN	STRATEGI	TOTAL RATING	
		NN	MONTE CARLO
1475M35P01	PERIODIC BULANAN	6	5
	QUARTERLY	8	9
	DIRECT PURCHASE	4	4
3601193-8	PERIODIC BULANAN	5.5	5.5
	QUARTERLY	6.5	6.5
	DIRECT PURCHASE	6	6
3605239-2	PERIODIC BULANAN	8	8
	QUARTERLY	6	6
	DIRECT PURCHASE	4	4
S9413-215	PERIODIC BULANAN	7	7
	QUARTERLY	5.5	5.5
	DIRECT PURCHASE	5.5	5.5
3606229-1	PERIODIC BULANAN	7	8
	QUARTERLY	6	6
	DIRECT PURCHASE	5	4

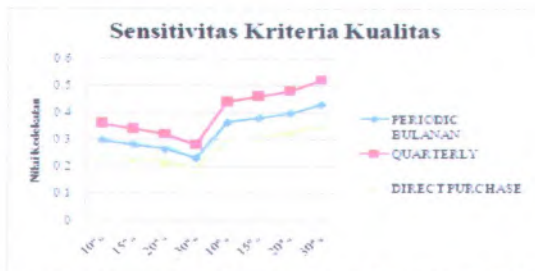
Tabel 4.29 Hasil Pemilihan Waktu Pengadaan

PN	STRATEGI	TOTAL RATING	
		NN	MONTE CARLO
600-3130-1-4	PERIODIC BULANAN	7.5	7.5
	QUARTERLY	7.5	7.5
	DIRECT PURCHASE	3	3
358027	PERIODIC BULANAN	5.5	5.5
	QUARTERLY	5.5	5.5
	DIRECT PURCHASE	7	7
MS9245-24	PERIODIC BULANAN	7	8
	QUARTERLY	8	7
	DIRECT PURCHASE	3	3
S8990-604	PERIODIC BULANAN	8	8
	QUARTERLY	5	5
	DIRECT PURCHASE	5	5
3614868-1	PERIODIC BULANAN	5	5
	QUARTERLY	7	7
	DIRECT PURCHASE	6	6
3861112-1	PERIODIC BULANAN	6	5
	QUARTERLY	7	9
	DIRECT PURCHASE	5	4
3612170-2	PERIODIC BULANAN	5	5
	QUARTERLY	9	7
	DIRECT PURCHASE	4	6
3601027-1	PERIODIC BULANAN	7.5	7.5
	QUARTERLY	5.5	5.5
	DIRECT PURCHASE	5	5
3605091-3	PERIODIC BULANAN	7	9
	QUARTERLY	5	4
	DIRECT PURCHASE	6	5
3609143-4	PERIODIC BULANAN	6	6
	QUARTERLY	7	7
	DIRECT PURCHASE	5	5
S9413-636	PERIODIC BULANAN	5.5	5.5
	QUARTERLY	7.5	7.5
	DIRECT PURCHASE	5	5
3601193-4	PERIODIC BULANAN	6	6
	QUARTERLY	6	7
	DIRECT PURCHASE	6	5
915F466-2	PERIODIC BULANAN	6	6
	QUARTERLY	7	7
	DIRECT PURCHASE	5	5
3614920-1	PERIODIC BULANAN	5	5
	QUARTERLY	7	6
	DIRECT PURCHASE	6	7
369259-32	PERIODIC BULANAN	5	5
	QUARTERLY	7	7
	DIRECT PURCHASE	6	6
358649-1	PERIODIC BULANAN	3	3
	QUARTERLY	7	7
	DIRECT PURCHASE	8	8

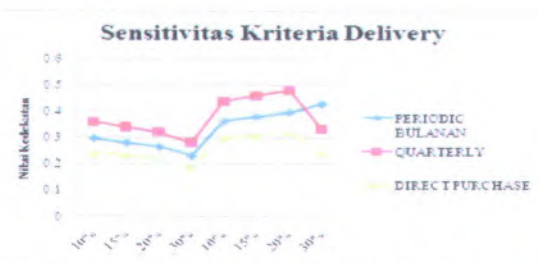
Pada tabel 4.29 terdapat warna-warna yang berbeda pada kolom *part number*. Warna merah merupakan petunjuk kuadran 1, warna kuning penunjuk kuadran 2, warna hijau petunjuk kuadran 3 dan warna biru petunjuk kuadran 4.

#### 4.2.6 Analisa Sensitivitas

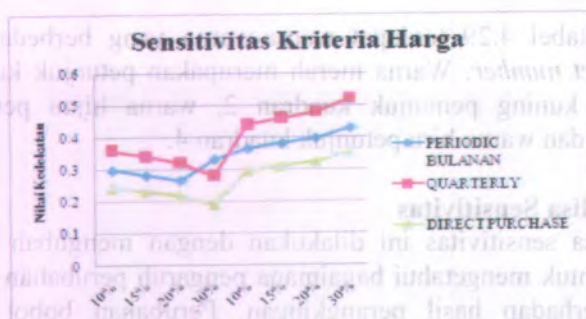
Analisa sensitivitas ini dilakukan dengan mengubah bobot kriteria, untuk mengetahui bagaimana pengaruh perubahan bobot kriteria terhadap hasil perangkaan. Perubahan bobot yang dilakukan adalah dengan merubah bobot masing-masing kriteria dengan rentang tertentu. Perubahan tersebut dilakukan dengan menambahkan bobot yang akan diuji sensitivitasnya dengan nilai tertentu, kemudian mengurangi bobot yang lainnya. Dengan melakukan perubahan bobot tersebut didapatkan hasil yang ditunjukkan pada gambar 4.45-4.48.



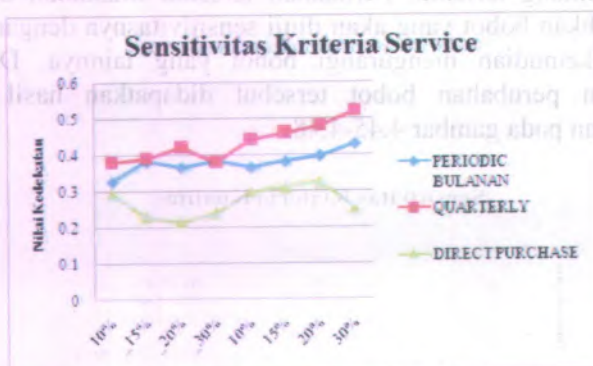
Gambar 4.45 Sensitivitas Kriteria Kualitas



Gambar 4.46 Sensitivitas Kriteria Delivery



Gambar 4.47 Sensitivitas Kriteria Harga



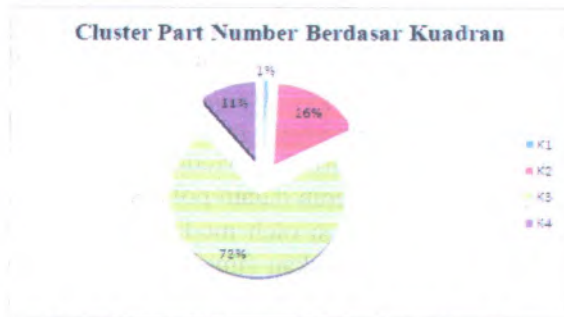
Gambar 4.48 Sensitivitas Kriteria Service

## BAB V ANALISA DAN INTEPRETASI DATA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai hasil pengolahan data yang telah dilakukan pada bab sebelumnya.

### 5.1 Clustering

Pengelompokkan *part number* pada penelitian tugas akhir ini berdasarkan pada tingkat kepentingan perusahaan (harga dan jumlah penggunaan), nilai *coefficient variance* ( $CV^2$ ) dan nilai *Average Demand Intervalnya* (ADI). Secara garis besar dibedakan menjadi 4 kuadran meliputi : kuadran 1 (jumlah penggunaan tinggi, harga tinggi), kuadran 2 ( jumlah penggunaan tinggi, harga rendah), kuadran 3 ( jumlah penggunaan rendah, harga rendah), kuadran 4 (jumlah penggunaan rendah, harga tinggi). Paramater harga tinggi atau rendah didapatkan dari hasil diskusi dengan pihak *purchasing* TMM diambil rata-rata dari harga PN yang ada, sehingga didapat bahwa harga PN dikatakan tinggi ketika lebih dari 5juta untk pembelian satu PN. Sedangkan parameter jumlah penggunaan didapatkan dari hasil diskusi dengan pihak *planning* TMM. Jumlah penggunaan dikatakan banyak ketika ada pemakaian tiap bulannya. Proporsi PN *spare parts* APU berdasarkan kuadrannya data dilihat pada gambar 5.1 dibawah ini.



Gambar 5.1 Cluster PN Berdasar kuadran



Masing-masing kuadran memiliki sub-cluster. Sub-cluster terbentuk berdasarkan karakteristik *demand*-nya yang diukur menggunakan parameter  $CV^2$  dan ADI. Keempat sub-cluster tersebut meliputi : *lumpy demand* ( $ADI > x, CV^2 > y$ ), *erratic demand* ( $ADI \leq x, CV^2 > y$ ), *intermittent demand* ( $ADI > x, CV^2 \leq y$ ), *Smooth/faster moving part* ( $ADI \leq x, CV^2 \leq y$ ), dimana  $x$  merupakan  $ADI = 1.32$  dan  $y$  merupakan *square coefficient of variance* ( $CV^2 = 0.49$ ). Meskipun terdapat 4 sub-cluster tetapi tidak semua kuadran memiliki semuanya. Kuadran 1 hanya memiliki 3 sub-cluster (*lumpy, erratic, smooth*), kuadran 2 memiliki 4 sub-cluster, dan kuadran 3,4 memiliki 3 sub-cluster (*lumpy, erratic, smooth*). Kuadran 1 hanya memiliki 3 anggota sehingga ketiga PN akan digunakan sebagai simulasi mewakili masing-masing karakteristik *demand* tersebut. Sedangkan untuk kuadran yang lainnya masing-masing karakteristik *demand* akan diwakili oleh 2 PN sebagai simulasi.

## 5.2 Forecasting

*Forecast* digunakan untuk melakukan peramalan jumlah *demand* pada periode berikutnya. Keakuratan *forecast* sangat menentukan dalam hal *planning*. Semakin akurat hasil *forecast* maka *planning spare parts* juga semakin tepat sehingga resiko kelebihan dan kekurangan persediaan *spare parts* dapat diminimalisir. Pada penelitian kali ini dicoba digunakan 2 pendekatan untuk peramalan kebutuhan *spare parts* dengan karakteristik *demand lumpy, erratic, dan intermittent* pada periode berikutnya. Pendekatan pertama menggunakan model *forecasting Neural Network*. Model *forecast* ini dapat mengantisipasi ketidaklinieran dalam pola permintaan *spare parts* yang tidak dapat diantisipasi oleh model *time series* tradisional. Pendekatan kedua menggunakan simulasi Monte Carlo. Simulasi Monte Carlo pada dasarnya adalah membuat bilangan acak yang menyerupai data historis dan disimulasikan, sehingga data yang dimainkan sesuai dengan perilaku keadaan nyata.

Pada model *Neural Network* digunakan model tipe *backpropagation*. Hal ini didasarkan pada jurnal acuan, dengan jumlah layer 3 meliputi input layer, hidden layer, dan output layer. Pada percobaan model nilai *learning rate* yang digunakan 0.0001 dengan iterasi 5000 kali. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan *error* yang sekecil-kecilnya. Semakin banyak iterasi yang dilakukan maka semakin kecil *error* (MSE) yang didapat. Pada model *forecast NN* ini hanya efektif dilakukan untuk peramalan 1 periode oleh sebab itu untuk periode berikutnya harus di *up date* dari *demand* yang aktual. Pada tabel 4.5 dan 4.6 dapat dilihat bahwa hasil *forecast* model NN kurang bagus karena jumlah *demand* yang ditunjukkan besar. Hal ini salah satunya dikarenakan data historis yang digunakan kurang dan *error* yang terjadi besar. Besarnya *error* disebabkan oleh data historis yang digunakan untuk *forecast* terlalu sedikit.

Model Monte Carlo pada dasarnya mencoba untuk menirukan pola dari *demand* aktual. Pertama dilakukan pencarian probabilitas untuk masing-masing *demand*, kemudian dari probabilitas kumulatif akan di-generate bilangan random dari rentang 1-100. Dari rentang inilah nantinya didapatkan jumlah *demand* untuk periode berikutnya. Gambar 4.36- 4.41 menunjukkan perbandingan hasil peramalan untuk model NN maupun Monte Carlo. Dapat dilihat juga bahwa hasil yang didapatkan berbeda sehingga dilakukan uji untuk membuktikan apakah hasil *forecast* dari kedua pendekatan tersebut signifikan berbeda atau tidak.

#### One-way ANOVA: DEMAND versus PENDEKATAN

Source	DF	SS	MS	F	P
PENDEKATAN	1	1.0	1.0	0.05	0.818
Error	14	255.0	18.2		
Total	15	256.0			

Gambar 5.2 Hasil Uji ANOVA PN 3601193-8

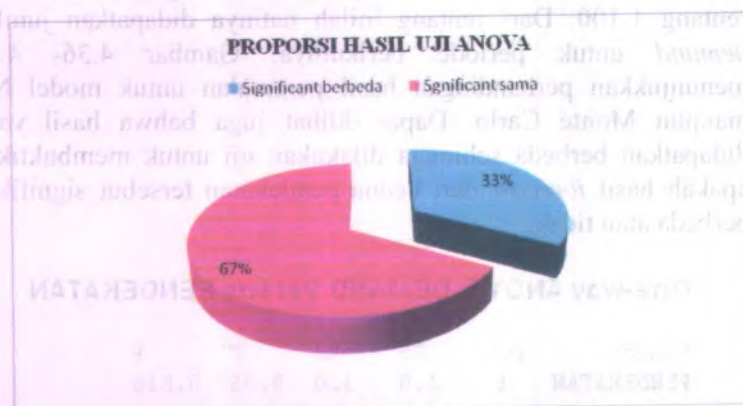
### One-way ANOVA: DEMAND versus PENDEKATAN

Source	DF	SS	MS	F	P
PENDEKATAN	1	15688	15688	11.35	0.005
Error	14	19347	1382		
Total	15	35035			

S = 37.17    R-Sq = 44.78%    R-Sq(adj) = 40.83%

Gambar 5.3 Hasil Uji ANOVA PN 1475M35P01

Dari Gambar 5.2 dan 5.3 diatas didapatkan hasil bahwa untuk PN 3601193-8 tidak berbeda secara signifikan karena nilai p-value lebih besar dari  $\alpha$  (0.05), sedangkan untuk PN 1475M35P01 berbeda secara signifikan karena nilai P-value lebih kecil dari nilai  $\alpha$ . Dari 21 PN yang disimulasikan terdapat 5 yang menyatakan signifikan berbeda. Proporsi lengkapnya ditunjukkan pada gambar 5.4 dibawah ini.



Gambar 5.4 Proporsi Kesimpulan Uji Anova NN Vs Monte Carlo

Mengukur apakah prediksi jumlah *demand* menyerupai kondisi real atau tidak, dilakukan dengan melihat nilai standart deviasinya. Tabel 5.1 dibawah ini merupakan pengukuran standart deviasi untuk kedua pendekatan dimana angka 1 mewakili *forecast Neural Network* dan angka 2 mewakili simulasi Monte Carlo.

Tabel 5.1 Perbandingan Standart Deviasi *Actual & forecast Demand*

PN	STDEV			KET
	ACTUAL	FORECAST		
		NN(1)	MONTECARLO(2)	
1475M35P01	39.52013752	36.13837493	38.18283085	2
3601193-8	4.981845348	1.58113883	5.824823725	2
S9413-215	6.983351328	0.640869944	6.041522987	2
3606229-1	2.67533314	0.534522484	2.314550249	2
600-3130-1-4	5.087982521	6.98851098	7.190022849	1
358027	3.923878871	0.755928946	4.274091382	2
MS9245-24	9.692835406	4.527692569	11.94032783	2
3861112-1	1.663489034	0.707106781	1.603567451	2
3612170-2	3.534224206	6.141195789	4.24053568	2
3601027-1	2.331064657	2.604940361	1.511857892	1
3605091-3	2.948410028	0.83452296	2.531938839	2
3601193-4	2.346617514	1.069044968	1.982062418	2
915F466-2	1.751794243	0.755928946	1.767766953	2
3614920-1	1.688742684	1.302470181	1.669045921	2
369259-32	2.266328173	1.356202682	2.207134903	2

Berdasarkan tabel 5.1 diatas dapat dilihat bahwa simulasi Monte Carlo lebih dapat mewakili pola aktual *demand* dibandingkan dengan *forecast Neural Network*, tetapi untuk pola PN tertentu seperti PN 600-3130-1-4 justru NN lebih bagus dibandingkan dengan Monte Carlo, tetapi secara keseluruhan Monte Carlo lebih memberikan nilai standart deviasi yang tidak jauh berbeda.

### 5.3 Perhitungan Biaya

Perhitungan biaya dilakukan untuk masing-masing alternatif waktu pengadaan dan untuk tiap-tiap hasil *forecast*. Total biaya diperoleh dari hasil penjumlahan biaya order, biaya penyimpanan, biaya pembelian dan biaya *stock out*. Berdasarkan tabel 4.15 ditunjukkan bahwa untuk hasil total biaya bulanan antara kedua pendekatan *forecast* tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. *Service level* hanya selisih 2%-3%, sedangkan untuk selisih hasil total biayanya rata-rata 10% dengan range terendah 1% dan range tertinggi 25%. Berdasarkan tabel 4.23 ditunjukkan untuk hasil total biaya *quarterly* antara kedua pendekatan *forecast* tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan untuk *service level* hanya selisih 2%-3%, sedangkan untuk selisih hasil total biayanya rata-rata 9% dengan range terendah 1% dan range tertinggi 29%. Berdasarkan tabel 4.24 ditunjukkan untuk hasil *direct purchase* antara kedua pendekatan *forecast* tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan untuk *service level* hanya selisih 2%-3%, sedangkan untuk selisih hasil total biayanya rata-rata 12% dengan range terendah 1% dan range tertinggi 29%.

Jika dilihat dari tingkat *service level* aktual dari ketiga alternatif pemilihan waktu pengadaan didapatkan bahwa rata-rata yang memberikan *service level* lebih besar dari yang terbesar sampai terkecil adalah alternatif bulanan, *quarterly*, *direct purchase*. Jika dilakukan perencanaan secara bulanan tentunya ketersediaan dari barang tinggi oleh sebab itu *service level* juga pastinya lebih tinggi dibanding dengan *direct purchase* yang sering *stock out* dan *lead time* mundur. Jika dilihat dari total biaya dari ketiga alternatif pengadaan mayoritas yang menghasilkan perhitungan total biaya paling besar adalah alternatif pengadaan *spare parts* secara *direct purchase*. Hal ini disebabkan oleh harga barang yang relatif lebih mahal untuk mengejar *lead time*. Jika dilihat dari TAT *maintenance* yang mendapatkan rating tertinggi adalah alternatif pengadaan secara *quarterly* dan bulanan karena

ketersediaan dari *spare parts* lebih terjamin dan TAT *maintenance* lebih dapat dipenuhi.

#### 5.4 Pembobotan Kriteria

Pembobotan kriteria dilakukan untuk memberikan penilaian untuk beberapa kriteria yang mempengaruhi keputusan untuk menentukan waktu pengadaan. Kriteria tersebut meliputi kualitas, *delivery*, harga dan *service*. *Delivery* disini lebih kepada pemenuhan *lead time*, keakuratan perhitungan biaya sedangkan *service* merupakan kemampuan dan keinginan supplier untuk memberi tanggapan proses pemesanan. Perhitungan bobot menggunakan bantuan software *expert choice*. Pada gambar 4.43 menggambarkan perbandingan berpasangan antara kriteria kualitas dan *delivery* yang nantinya sebagai inputan untuk hasil pembobotan yang ditunjukkan pada gambar 4.44. Pembobotan untuk kriteria berpasangan juga dilakukan pada masing-masing alternatif pengadaan. Pada gambar ditunjukkan pula bahwa untuk PN 1475M35P01 yang mewakili kelas *lumpy* pada kuadran 1, strategi waktu pengadaan yang tepat berdasarkan kriteria *subjective*-nya adalah *quarterly* dengan bobot tertinggi 0.401. Informasi lengkap mengenai hasil pembobotan untuk PN yang lainnya dapat dilihat pada lampiran.

#### 5.5 Pemilihan Alternatif Waktu Pengadaan

Pemilihan alternatif berdasarkan pada rating tertinggi yang didapatkan pada penjumlahan dari rating total biaya, TAT *maintenance*, dan hasil bobot faktor *subjective*. Berdasarkan informasi dari tabel 4.29 dapat diperoleh informasi strategi waktu pengadaan yang tepat untuk tiap PN. Kuadran 1 dengan kategori *lumpy* yang diwakili oleh PN 1475M35P01 menyatakan bahwa strategi waktu pengadaan yang tepat adalah *quarterly*. Kuadran 1 dengan karakteristik *erratic* diwakili oleh PN 3601193-8 menyatakan bahwa strategi yang tepat adalah *quarterly*,

sedangkan untuk kuadran 1 dengan karakteristik *smooth* strategi waktu pengadaan yang optimal adalah bulanan.

Jika pada nilai rating ada bobot yang memiliki nilai rating tertinggi sama seperti pada PN 358027 artinya dapat memilih dari kedua alternatif pengadaan dilakukan secara bulanan maupun *quarterly*. Hal ini akan ditinjau lagi dari tujuan utamanya bisa diambil dari total biaya yang terendah. Berdasarkan pada tabel 4.29 dapat dilihat pula bahwa hasil pemilihan waktu pengadaan optimal dari kedua pendekatan *forecast* mayoritas sama hanya terdapat 2 PN saja yang menunjukkan hasil berbeda dan hal ini bisa disimpulkan tidak ada perbedaan secara signifikan.

Pada tabel 2.29 dapat dilihat pula bahwa untuk karakteristik *erratic* dan *lumpy* meskipun berada pada kuadran 1,2,3 atau 4 alternatif waktu pengadaan yang paling sesuai adalah antara *quarterly* dan bulanan. Hal ini dapat diartikan bahwa untuk harga dan jumlah penggunaan tidak signifikan mempengaruhi pemilihan alternatif pengadaan untuk karakteristik *demand lumpy* dan *erratic*. *Demand* dengan karakteristik *smooth* untuk kuadran 1 dan 2 menunjukkan hasil bulanan, untuk kuadran 3 menunjukkan hasil *quarterly* dan untuk kuadran 4 menunjukkan hasil *direct purchase*. Pada kuadran 4 bisa muncul keputusan *direct purchase* dipengaruhi oleh jumlah penggunaan dan harga, karena pada kuadran ini berkumpul *spare parts* dengan karakteristik jumlah penggunaannya sedikit tetapi harganya tinggi sehingga pengadaan secara *direct purchase* lebih tepat dilakukan.

### 5.6 Analisa Sensitivitas

Analisa sensitivitas ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana pengaruh perubahan nilai bobot terhadap hasil perangkaan. Hal ini dilakukan berkaitan dengan preferensi dari responden dalam merangka kempat kriteria yang ada. Dengan melakukan analisa sensitivitas ini dapat kita ketahui, apakah alternatif yang terpilih merupakan alternatif *superior* atau tidak. Pada hasil analisa sensitivitas pada gambar 4.45-4.48 didapatkan

hasil bahwa yang memiliki peringkat 1 adalah *quarterly* dan bulanan. Pada perubahan bobot perankingan yang dilakukan pada masing-masing kriteria tidak merubah posisi alternatif yang menduduki peringkat 1 yaitu alternatif *quarterly*. Namun pada kriteria harga pengurangan bobot sebesar 30% poin dan pada kriteria *delivery* penambahan bobot sebesar 30% merubah hasil perankingan, dimana alternatif *quarterly* turun menjadi peringkat 2, Sehingga secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa alternatif *quarterly* dan bulanan belum bisa disebut alternatif *superior*. Namun *quarterly* lebih *superior* dibandingkan dengan bulanan karena lebih mayoritas menduduki peringkat 1 pada macam-macam kriteria maupun perubahan bobot.



## BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab VI berisi kesimpulan yang didapatkan dari analisa permasalahan dan solusinya serta saran untuk perbaikan dan penelitian berikutnya.

### 6.1 Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian adalah:

1. *Part number* yang menjadi bahan simulasi berjumlah 21 yang mewakili masing-masing karakteristik kuaran 1,3,dan 4 dengan karakteristik *lumpy demand*, *erratic demand*, *smooth demand*, kuadran 2 dengan karakteristik *lumpy demand*, *erratic demand* dan *intermittent demand*.
2. Perhitungan jumlah *demand* dengan model *Neural Network* dan Monte Carlo menunjukkan bahwa 67% tidak memiliki perbedaan secara signifikan, 33% menyatakan ada perbedaan secara signifikan.
3. Rata-rata total biaya untuk waktu pengadaan bulanan, *quarterly*, *direct purchase* untuk pendekatan NN adalah Rp 2.502.423.078, Rp 2.670.605.690, Rp 2.953.087.443, untuk pendekatan simulasi Monte Carlo adalah Rp 1.622.875.921, Rp 1.597.050.453, Rp 1.772.657.465.
4. Rata-rata TAT *maintenance* untuk waktu pengadaan bulanan, *quarterly*, *direct purchase* adalah 32 hari, 30 hari, 45 hari.
5. Pendekatan model NN dan simulasi Monte Carlo tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan untuk *service level* hanya selisih 2%-3%, sedangkan untuk selisih hasil total biayanya rata-rata 10% dengan range terendah 1% dan range tertinggi 25%. Hasil total biaya *quarterly* antara kedua pendekatan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan untuk *service level* hanya selisih 2%-3%,

sedangkan untuk selisih hasil total biayanya rata-rata 9% dengan range terendah 1% dan range tertinggi 29%. Hasil *direct purchase* antara kedua pendekatan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan untuk *service level* hanya selisih 2%-3%, sedangkan untuk selisih hasil total biayanya rata-rata 12% dengan range terendah 1% dan range tertinggi 29%.

6. *Service level* aktual dari ketiga alternatif pemilihan waktu pengadaan didapatkan bahwa rata-rata yang memberikan *service level* lebih besar dari yang terbesar sampai terkecil adalah alternatif bulanan, *quarterly*, *direct purchase*. Sedangkan jika dilihat dari total biaya pengadaan mayoritas yang menghasilkan perhitungan total biaya paling besar adalah alternatif pengadaan *spare parts* secara *direct purchase*. Jika dilihat dari TAT *maintenance* yang mendapatkan rating tertinggi adalah alternatif pengadaan secara *quarterly* dan bulanan.
7. Alternatif waktu pengadaan yang optimal untuk kuadran 1 karakteristik *lumpy* adalah *quarterly*. Kuadran 1 dengan karakteristik *erratic* waktu pengadaan yang tepat adalah *quarterly*, kuadran 1 dengan karakteristik *smooth* waktu pengadaan yang optimal adalah bulanan. Kuadran 2 untuk karakteristik *erratic* adalah bulanan, karakteristik *intermittent* bisa bulanan maupun *quarterly*, karakteristik *lumpy* bisa bulanan maupun *quarterly* tetapi untuk total biaya pengadaan terkecilnya jatuh pada bulanan, sedangkan untuk *smooth* bisa bulanan dan *quarterly*. Kuadran 3 untuk karakteristik *erratic* waktu pengadaan yang tepat *quarterly*, untuk *lumpy* bulanan, dan untuk *smooth* *quarterly*. Kuadran 4 untuk karakteristik *erratic* waktu pengadaan yang tepat *quarterly*, karakteristik *lumpy* waktu pengadaan yang tepat *quarterly*, dan karakteristik *smooth* waktu pengadaan yang tepat *direct purchase*.

8. Pemilihan alternatif untuk karakteristik *demand lumpy* dan *erratic* tidak dipengaruhi oleh kuadran, sedangkan karakteristik *smooth* dipengaruhi oleh kuadran.
9. Alternatif *quarterly* dan bulanan belum bisa disebut alternatif *superior*. Namun *quarterly* lebih *superior* dibandingkan dengan bulanan karena lebih sering menduduki peringkat 1 pada macam- macam kriteria maupun perubahan bobot.

## 6.2 Saran

Saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Dapat dilakukan perhitungan untuk alternatif waktu pengadaan yang lainnya (tidak dikunci dari awal untuk bulanan, *quarterly*, dan *direct purchase*)
2. Pembuatan program model simulasi dengan *user interface* agar memudahkan perusahaan melakukan *adjustment* parameter.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adel, A.Ghobbar; Chris, H. Friend. (2003). **Evaluation of Forecasting Methods for Intermittent Parts Demand in the Field Of Aviation : a Predictive Model**. International journal of Computer & Operations Research.Vol 30.pp 2097-2114.
- Evererre, S. Gardner. (1993). **Forecasting the Failure of Component Parts in Computer System : A Case Study**. International Journal of forecasting. Vol 9.pp 245-253.
- Engine Maintenance/ PT. GMF AeroAsia. (2010). **Daily Report Pengerjaan APU 2009**.
- Ghozali, Imam. (2001). **Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program SPSS**. Semarang : Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Hanik, R.U. (2010). **Manhours Planning of C-check Maintenance on PT.GMF AeroAsia Base Maintenance Unit**. Surabaya, TA Teknik Industri ITS.
- Laurene, Fausett. (1991). **Fundamental of Neural network**. Prentice Hall International Edition.
- L.W.G.Strijbosh ; R.M.J.Heuts; and E.H.M. Van der Schoot. (2004). **Improved Spare Parts Inventory Management : A Case Study**. Faculty of Economics and Business Administration, Tilburg University.
- Masbukhin. (2003) . **Pengantar SAP**, Jakarta.
- Nasution, Arman Hakim. (1999). **Perencanaan dan Pengendalian Produksi**. Jakarta: PT.Candimas Metropole.

- Penangsang, S.A.W. (2010). **Pengendalian Persediaan Spare Part Dengan Pendekatan Periodic Review (R,s,S) System**. Surabaya, TA Teknik Industri ITS.
- Pujawan, I Nyoman. (2005). **Supply Chain Management**. Surabaya: Guna Widya.
- Rafael, S. Gutierrez ; Adriano, O. Solis ; and Sonath, Mukhopadhyay. (2008). **Lumpy Demand Forecasting Using Neural Networks**. International Journal of Production Economics. Vol 111.pp 409-420.
- Saaty, Thomas L. (1993). **Decision Making for Leader, the Analytical Hierarchy Process for Decision in Complex World**. Prentice Hall Coy, Lad, Pinsburgh.
- Santosa, Budi. (2007). **Data Mining Terapan dengan Matlab**. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- SAP/ PT. GMF AeroASia. (2010). **Strip Report Maintenance 2008-2010 Engine Maintenance**, Tangerang.
- Sapril,W. (2008). **Responsi Mata Kuliah Management Jasa**. Jurusan Teknik Industri ITS, Surabaya.
- Silver, E. A., Pyke; David F; Peterson, Rein. (1998). **Inventory Management and Production Planning and Scheduling**. New York : John Wiley & Sons
- Tabucanon, Mario.T. (1988). **Multiple Criteria Decision Making in Industry**. Elsevier Science Publiser.
- Tersine, J. R. (1994). **Principles Of Inventory And Materials Management**. Prentice Hall International.Inc.

*<http://www.IlmuKomputer.com/> Widjaya, E.G.SAP-UAP.  
Diakses: 04 Maret 2010*

*<http://erickgunawanwidjaya.wordpress.com/sap-uap/>  
Diakses: 04 Maret 2010.*

*<http://gochisosamadeshita.com/2008/04/sap/Datum,E.SAP.>  
Diakses 04 Maret 2010*

*<http://www.b737.org.uk/apu.htm#Components/>  
Diakses: 11 Maret 2010*

## LAMPIRAN A KARAKTERISTIK DEMAND

NO	PN	USAGE	PRICE	KUADRAN	KARAKTERISTIK
1	1475M35P01	496	41371724.7	K1	LUMPY
2	3601193-8	131	9079228	K1	ERRATIC
3	3605239-2	89	6764689	K1	SMOOTH
4	145-525-9202	159	25413	K2	ERRATIC
5	3603710-1	693	417831.6	K2	ERRATIC
6	3606229-1	91	1231712	K2	ERRATIC
7	916B823-2	92	211608	K2	ERRATIC
8	AMS4190-3-32	12500	145000	K2	ERRATIC
9	AN960C416L	2229	43000	K2	ERRATIC
10	AN960C816L	529	37800	K2	ERRATIC
11	CCR284C83-06	38833	2370	K2	ERRATIC
12	7979P04	875	13948	K2	ERRATIC
13	KB16212	761	44413	K2	ERRATIC
14	M83248-1-012	206	1640	K2	ERRATIC
15	M83248-1-904	285	14469	K2	ERRATIC
16	MS21049C6	566	27085	K2	ERRATIC
17	NAS1149C0332R	194	240	K2	ERRATIC
18	S8990-010	493	1646	K2	ERRATIC
19	S9413-068	512	1901	K2	ERRATIC
20	S9413-215	317	1250	K2	ERRATIC
21	S9413-227	142	7091	K2	ERRATIC
22	S9413-556	192	961	K2	ERRATIC
23	S9413-558	220	2048	K2	ERRATIC
24	S9413-562	120	2514	K2	ERRATIC
25	600-3130-1-4	198	37541	K2	INTERMITTENT
26	358027	124	496340	K2	LUMPY
27	3609119-9	176	493178	K2	LUMPY
28	423-522-9008	188	147283	K2	LUMPY
29	583-523-9003	107	84863	K2	LUMPY
30	980-0642-10	217	15073	K2	LUMPY
31	9514X035P01	1672	263215	K2	LUMPY
32	968969-1	304	245599	K2	LUMPY
33	968972-1	598	391671	K2	LUMPY
34	968972-1WE WENWE-PMA	217	258494	K2	LUMPY
35	AN960C10	1453	39400	K2	LUMPY
36	AN960C10L	2652	378000	K2	LUMPY
37	EU40937	234	274	K2	LUMPY
38	MS21049C3	859	9484	K2	LUMPY
39	MS24893C70	87	91	K2	LUMPY
40	MS8245-24	127	668	K2	LUMPY
41	MS9490-11	99	11529	K2	LUMPY
42	NAS1149C0803R	403	2509	K2	LUMPY
43	NAS1203-3	642	156	K2	LUMPY
44	RL285B8	90	3082	K2	LUMPY
45	S8157K25-250	92	15000	K2	LUMPY
46	TLN1000L6	112	24144	K2	LUMPY
47	694591	335	249991	K2	SMOOTH
48	694592	336	252119	K2	SMOOTH
49	3514868-1	133	61935	K2	SMOOTH
50	600-6242-10	526	16232	K2	SMOOTH
51	A520625	462	88406	K2	SMOOTH
52	BACN107R3CF	503	9302	K2	SMOOTH
53	MFO II	31896	633517	K2	SMOOTH
54	MS21049C4	2022	11153	K2	SMOOTH
55	RTV159	2457	173096	K2	SMOOTH
56	S8157N281-083	239	4235	K2	SMOOTH
57	S8990-167	104	32899	K2	SMOOTH
58	S8990-266	179	148039	K2	SMOOTH
59	S8990-804	648	2488	K2	SMOOTH
60	S9009D6	1585	1253	K2	SMOOTH

NO	PN	USAGE	PRICE	KUADRAN	KARAKTERISTIK
61	S9413-010	372	3453	K2	SMOOTH
62	S9413-011	132	13000	K2	SMOOTH
63	S9413-012	289	1306	K2	SMOOTH
64	S9413-014	262	2188	K2	SMOOTH
65	S9413-032	197	4419	K2	SMOOTH
66	S9413-035	114	4607	K2	SMOOTH
67	S9413-143	162	6836	K2	SMOOTH
68	S9413-554	367	272	K2	SMOOTH
69	S9424-4	2776	654000	K2	SMOOTH
70	352880	60	572700	K3	ERRATIC
71	379523	12	405326	K3	ERRATIC
72	2001436-1	73	662829	K3	ERRATIC
73	320392-2-1	55	641947	K3	ERRATIC
74	358457-1	57	3621664	K3	ERRATIC
75	3600804-1	36	1434517	K3	ERRATIC
76	3609119-41	34	593560	K3	ERRATIC
77	3612170-2	63	283932	K3	ERRATIC
78	3612173-1	57	16514	K3	ERRATIC
79	3614680-1	35	47031	K3	ERRATIC
80	362-594-9012	40	544030	K3	ERRATIC
81	378854-50	43	1618524	K3	ERRATIC
82	5861112-1	62	572023	K3	ERRATIC
83	606-701-7-16	36	2545	K3	ERRATIC
84	626-502-9004	74	38500	K3	ERRATIC
85	693473-5	1	1365791	K3	ERRATIC
86	899104-5	38	4042580	K3	ERRATIC
87	M59501-30	12	45149	K3	ERRATIC
88	S9413-028	43	2401	K3	ERRATIC
89	S9413-042	81	10942	K3	ERRATIC
90	S9413-126	36	2859	K3	ERRATIC
91	S9413-131	38	11891	K3	ERRATIC
92	S9413-167	43	77669	K3	ERRATIC
93	S9413-222	70	660	K3	ERRATIC
94	S9413-562WENWENWE-PA	4	4424	K2	ERRATIC
95	S9431-5	34	796725	K3	ERRATIC
96	W1351-015	30	16173	K3	ERRATIC
97	56523	54	610705	K3	LUMPY
98	72044	11	1180627	K3	LUMPY
99	72045	12	510345	K3	LUMPY
100	73563	35	14219	K3	LUMPY
101	74994	7	20280	K3	LUMPY
102	113896	1	3339052	K3	LUMPY
103	358024	78	1151163	K3	LUMPY
104	358026	52	754808	K3	LUMPY
105	372696	3	170417	K3	LUMPY
106	373785	5	1187	K3	LUMPY
107	373917	51	2504753	K3	LUMPY
108	377458	12	320112	K3	LUMPY
109	378130	1	33892	K3	LUMPY
110	379541	6	56616	K3	LUMPY
111	379555	1	2995000	K3	LUMPY
112	379559	18	852012	K3	LUMPY
113	379560	4	4100000	K3	LUMPY
114	379561	1	2502600	K3	LUMPY
115	379589	2	5503	K3	LUMPY
116	379607	1	1931962	K3	LUMPY
117	379693	11	60889	K3	LUMPY
118	379721	1	197480	K3	LUMPY
119	693588	8	2460276	K3	LUMPY
120	1740473	20	263563	K3	LUMPY



NO	PN	USAGE	PRICE	KUADRAN	KARAKTERISTIK
121	5912186	56	2445856	K3	LUMPY
122	7500291	18	105839	K3	LUMPY
123	77114067	14	1412461	K3	LUMPY
124	90-162097	5	1476691	K3	LUMPY
125	10-80479-1	2	5431000	K3	LUMPY
126	108032-8	4	3240000	K3	LUMPY
127	109426-6-1	-2	5542361	K3	LUMPY
128	145-525-9100	4	145710	K3	LUMPY
129	145-525-9105	4	277063	K3	LUMPY
130	211-517-9021	2	3018000	K3	LUMPY
131	223-584-9031	4	3018000	K3	LUMPY
132	223-584-9034	1	3016000	K3	LUMPY
133	234-511-9065	6	2006175	K3	LUMPY
134	20509ABY-7	0	753400	K3	LUMPY
135	315A1915-7	1	836385	K3	LUMPY
136	3250-80	29	2103704	K3	LUMPY
137	337-501-9002	55	266770	K3	LUMPY
138	352723-27	2	138265	K3	LUMPY
139	3600804-2	8	1373564	K3	LUMPY
140	3600804-3	5	1492382	K3	LUMPY
141	3600804-4	1	786648	K3	LUMPY
142	3601027-1	34	921552	K3	LUMPY
143	3601365-1	2	598290	K3	LUMPY
144	3601741-3	5	189436	K3	LUMPY
145	3601824-1	31	3530000	K3	LUMPY
146	3601824-2	7	2135600	K3	LUMPY
147	3601829-1	11	3302661	K3	LUMPY
148	3603281-7	4	2100000	K3	LUMPY
149	3603685-1	23	4098466	K3	LUMPY
150	3604790-1	2	2142600	K3	LUMPY
151	3604738-1	15	1989056	K3	LUMPY
152	3605091-3	62	464735	K3	LUMPY
153	3605306-1	9	405266	K3	LUMPY
154	3605637-2	2	728557	K3	LUMPY
155	3605838-1	1	1405178	K3	LUMPY
156	3606226-3	9	740239	K3	LUMPY
157	3607664-1	3	1606950	K3	LUMPY
158	3607669-1	5	101054	K3	LUMPY
159	3608000-4	-1	1764000	K3	LUMPY
160	3608738-1	1	1227000	K3	LUMPY
161	3608739-1	3	1786073	K3	LUMPY
162	3609089-1	24	249929	K3	LUMPY
163	3609114-1	12	570300	K3	LUMPY
164	3609119-45	16	782996	K3	LUMPY
165	3609467-1	24	5095800	K3	LUMPY
166	3610549-2	23	4312968	K3	LUMPY
167	3611867-1	1	1500000	K3	LUMPY
168	3612172-3	51	54561	K3	LUMPY
169	3612637-1	2	2908421	K3	LUMPY
170	3613648-1	1	1850000	K3	LUMPY
171	3613649-1	4	1736250	K3	LUMPY
172	3614081-1	1	1397320	K3	LUMPY
173	3614461-2	3	3612563	K3	LUMPY
174	3614920-1WD	6	3334650	K3	LUMPY
175	3616069-1	12	435337	K3	LUMPY
176	3618188-1	3	1276400	K3	LUMPY
177	373781-2	1	300139	K3	LUMPY
178	379521-2	3	182144	K3	LUMPY
179	379523-1	38	3694024	K3	LUMPY
180	379531-1	9	2519072	K3	LUMPY

NO	PN	USAGE	PRICE	KUADRAN	KARAKTERISTIK
181	379998-1	0	1389237	K3	LUMPY
182	3822479-1	29	1777425	K3	LUMPY
183	3863237-1	33	1813885	K3	LUMPY
184	3878338-2	-1	1500000	K3	LUMPY
185	3888210-1	65	3201377	K3	LUMPY
186	423-522-9010	42	101773	K3	LUMPY
187	583-508-9008	1	21914	K3	LUMPY
188	626-502-9009	31	39221	K3	LUMPY
189	655-513-9003	4	588800	K3	LUMPY
190	693472-1	8	282278	K3	LUMPY
191	693472-11	2	517917	K3	LUMPY
192	693472-2	6	2073501	K3	LUMPY
193	693472-25	2	584552	K3	LUMPY
194	693472-3	1	803858	K3	LUMPY
195	693472-5	2	638066	K3	LUMPY
196	693472-8	3	649595	K3	LUMPY
197	693473-1	8	690239	K3	LUMPY
198	693473-2	4	652913	K3	LUMPY
199	693473-3	9	535650	K3	LUMPY
200	693588WE	37	1267184	K3	LUMPY
201	69-50854-2	3	4042217	K3	LUMPY
202	69-69875-1	2	271220	K3	LUMPY
203	698427-18	3	3425670	K3	LUMPY
204	698430-1	8	3790411	K3	LUMPY
205	698434-1	7	192502	K3	LUMPY
206	80173-4-5	8	4235674	K3	LUMPY
207	892924-1	8	612383	K3	LUMPY
208	899104-1	4	2748719	K3	LUMPY
209	899104-2	1	3188520	K3	LUMPY
210	899104-3	3	4402703	K3	LUMPY
211	899104-4	3	4032540	K3	LUMPY
212	899431-1	5	726680	K3	LUMPY
213	968850-3	70	670478	K3	LUMPY
214	968850-4	69	959095	K3	LUMPY
215	968850-5	68	724924	K3	LUMPY
216	969008-1	4	1976340	K3	LUMPY
217	969008-2	3	2007320	K3	LUMPY
218	969022-1	2	4457731	K3	LUMPY
219	969090-1	1	3681000	K3	LUMPY
220	969308-1	2	36127	K3	LUMPY
221	969309-1	8	1239700	K3	LUMPY
222	969309-2	10	3012281	K3	LUMPY
223	974036-2	1	2094271	K3	LUMPY
224	976129-1	1	2268925	K3	LUMPY
225	976129-19	4	774775	K3	LUMPY
226	976161-2	67	859679	K3	LUMPY
227	978498-2	1	5177249	K3	LUMPY
228	977312-1	34	587496	K3	LUMPY
229	977906-1	66	58172	K3	LUMPY
230	ACA645F25Y4	22	210254	K3	LUMPY
231	ANS4190-116	15	150000	K3	LUMPY
232	AN3C7A	69	63190	K3	LUMPY
233	AN4045-1	5	86600	K3	LUMPY
234	ANS09C10-7	31	87091	K3	LUMPY
235	AN814-47	7	65000	K3	LUMPY
236	AN815-47	9	68261	K3	LUMPY
237	AN815-87	5	73970	K3	LUMPY
238	AN832-67	6	115856	K3	LUMPY
239	AN833-47	11	196050	K3	LUMPY
240	AN834-47	2	149160	K3	LUMPY

NO	PN	USAGE	PRICE	KUADRAN	KARAKTERISTIK
241	AN919-27	28	55140	K3	LUMPY
242	AN960C716	45	1022	K3	LUMPY
243	AS3209-012	5	31600	K3	LUMPY
244	B11-85-4249	3	55844	K3	LUMPY
245	B11-98-0449	5	1105847	K3	LUMPY
246	BACB30LE4U18	11	2214	K3	LUMPY
247	BACP18BC02A06P	53	400	K3	LUMPY
248	BR23339	1	710	K3	LUMPY
249	CEP19350	1	34500	K3	LUMPY
250	CH31723	42	2516535	K3	LUMPY
251	CH31824	51	3633877	K3	LUMPY
252	CP120	1	474	K3	LUMPY
253	EU12762	8	125864	K3	LUMPY
254	F3C1032-1	3	13532	K3	LUMPY
255	F3C832-1	5	1045	K3	LUMPY
256	FRF6-28-12S01	3	2657000	K3	LUMPY
257	HW17-5	28	29552	K3	LUMPY
258	JR11700	1	15000	K3	LUMPY
259	KB16252	5	27095	K3	LUMPY
260	KB22773	9	84315	K3	LUMPY
261	KB22823	2	122	K3	LUMPY
262	LL54N6DS5	13	6978	K3	LUMPY
263	M45932-1-13L	10	40562	K3	LUMPY
264	M45932-1-9L	11	1095	K3	LUMPY
265	M83248-1-011	38	170640	K3	LUMPY
266	M83248-1-015	52	14082	K3	LUMPY
267	M83248-1-028	27	2299	K3	LUMPY
268	M83248-1-123	51	97	K3	LUMPY
269	M85049-52-1-10A	1	11330	K3	LUMPY
270	MS16625-112	19	3844	K3	LUMPY
271	MS16995-37	56	633517	K3	LUMPY
272	MS20073-03-06	59	129564	K3	LUMPY
273	MS21046-C6	52	29696	K3	LUMPY
274	MS21046C7	54	35332	K3	LUMPY
275	MS21209C1-15	79	42053	K3	LUMPY
276	MS24266R14B7S	1	35000	K3	LUMPY
277	MS24673-10	2	2194	K3	LUMPY
278	MS24693-C70	66	1169	K3	LUMPY
279	MS3368-5-9E	1	2468	K3	LUMPY
280	MS3459L10SL36	2	245378	K3	LUMPY
281	MS35234-63	67	6922	K3	LUMPY
282	MS51861-12C	2	2800	K3	LUMPY
283	MS51989-105-15	29	164468	K3	LUMPY
284	MS51989E105-12	7	135534	K3	LUMPY
285	MS51989-E105-14	1	4790	K3	LUMPY
286	MS51989E107-18	7	17160	K3	LUMPY
287	MS51990-107P	1	32346	K3	LUMPY
288	MS51990E105P	50	50756	K3	LUMPY
289	MS8000E230C	6	1619789	K3	LUMPY
290	MS9386-286	39	170840	K3	LUMPY
291	MS9489-06	47	6260	K3	LUMPY
292	MS9489-09	5	31885	K3	LUMPY
293	MS9501-09	18	1501	K3	LUMPY
294	MS9574-22	17	19406	K3	LUMPY
295	N12-62-500S	2	596564	K3	LUMPY
296	N12-62-935S	1	202788	K3	LUMPY
297	NAS1032-C3W	5	6992	K3	LUMPY
298	NAS1102-C4-8	1	3089	K3	LUMPY
299	NAS1102E4-20	16	40003	K3	LUMPY
300	NAS1149C0892R	12	129	K3	LUMPY

NO	PN	USAGE	PRICE	KUADRAN	KARAKTERISTIK
301	NAS1291C6	21	4922	K3	LUMPY
302	NAS1352G3-16	2	4023	K3	LUMPY
303	NAS1394-3L	10	14958	K3	LUMPY
304	NAS1394C3L	37	2113	K3	LUMPY
305	NAS1394C4L	7	14290	K3	LUMPY
306	NAS1726-6D	1	4183	K3	LUMPY
307	NAS6706-4	-4	125787	K3	LUMPY
308	NAS4706HU6	7	52751	K3	LUMPY
309	PP1-026-001	1	788494	K3	LUMPY
310	QD1004-239	2	213134	K3	LUMPY
311	RD2085A10L	7	16880	K3	LUMPY
312	S6079-250	1	27433	K3	LUMPY
313	S8152C84-0-480	9	9850	K3	LUMPY
314	S8152G71-0-250	79	28728	K3	LUMPY
315	S8154-158C005	3	4023	K3	LUMPY
316	S8157AU268-040	32	15867	K3	LUMPY
317	S8157DC513-063	28	12598	K3	LUMPY
318	S8157N226-005	18	781	K3	LUMPY
319	S8805C10-8	14	6412	K3	LUMPY
320	S8843C7P1A	12	41392	K3	LUMPY
321	S8990-112	9	1389	K3	LUMPY
322	S8990167	6	1217	K3	LUMPY
323	S9008A122	1	6227	K3	LUMPY
324	S9008A83	2	69936	K3	LUMPY
325	S9008B7	3	37351	K3	LUMPY
326	S9412-125	14	20111	K3	LUMPY
327	S9412-130	31	47241	K3	LUMPY
328	S9412-554	9	3931	K3	LUMPY
329	S9413-029	33	3286	K3	LUMPY
330	S9413-036	49	10709	K3	LUMPY
331	S9413-036WE	19	7986	K3	LUMPY
332	S9421-3-8	4	21685	K3	LUMPY
333	S9438A04-19	8	1428544	K3	LUMPY
334	SP90B3	75	319481	K3	LUMPY
335	SRK258L	57	9650	K3	LUMPY
336	TA12C59WTH10HB	5	7446	K3	LUMPY
337	V5000-40	44	981	K3	LUMPY
338	VSF1015C4	2	55199	K3	LUMPY
339	358042	47	2041409	K3	SMOOTH
340	3609143-4	51	5567517	K3	SMOOTH
341	693616-1	51	4497281	K3	SMOOTH
342	69-39494-1	58	1104187	K3	SMOOTH
343	698096-1	50	75100	K3	SMOOTH
344	698096-3	50	61469	K3	SMOOTH
345	73563-1	51	3167	K3	SMOOTH
346	M683248-1-012	47	24004	K3	SMOOTH
347	S8990-030	63	1646	K3	SMOOTH
348	S8990-133	55	30905	K3	SMOOTH
349	S8990-160	53	100812	K3	SMOOTH
350	S8990-282	56	955	K3	SMOOTH
351	S8990-803	51	7856	K3	SMOOTH
352	S9413-237	77	30550	K3	SMOOTH
353	S9413-354WE-WENWE-PM-A	0	1086	K3	SMOOTH
354	S9413-838	52	34721	K3	SMOOTH
356	3601193-4	65	8870625	K4	ERRATIC
357	915F466-2	32	18718912	K4	ERRATIC
355	379564	5	32691625	K4	LUMPY
356	379605	1	24158434	K4	LUMPY
357	379610	5	25873625	K4	LUMPY
358	10-381750-14	14	10712612	K4	LUMPY
359	10-381750-14A	2	9800000	K4	LUMPY
360	152050-5-1	3	8796000	K4	LUMPY

NO	PN	USAGE	PRICE	KUADRAN	KARAKTERISTIK
361	15C8095-55	3	7654000	K4	LUMPY
362	274832-00	1	13149425	K4	LUMPY
363	274832-02	13	13149000	K4	LUMPY
364	304461-2	8	8182722	K4	LUMPY
365	3603708-8	5	41664000	K4	LUMPY
366	3604524-45	7	30000000	K4	LUMPY
367	3605384-8	1	46368000	K4	LUMPY
368	3605812-16	2	7540600	K4	LUMPY
369	360812-22	-1	9228700	K4	LUMPY
370	3607310-1	1	6827250	K4	LUMPY
371	3609474-6	7	27086025	K4	LUMPY
372	3609476-1	32	5893303	K4	LUMPY
373	3611904-1	44	100650000	K4	LUMPY
374	3612036-1	1	92624691	K4	LUMPY
375	3614920-1	44	6651313	K4	LUMPY
376	3616426-3	8	9514333	K4	LUMPY
377	369259-32	40	6548725	K4	LUMPY
378	379580-650	3	13552380	K4	LUMPY
379	3822536-1	3	62428479	K4	LUMPY
380	3830350-1	1	483482576	K4	LUMPY
381	3842360-1	37	254828006	K4	LUMPY
382	3846484-7	12	17689665	K4	LUMPY
383	3846484-8	22	17234600	K4	LUMPY
384	518020-3	25	26068177	K4	LUMPY
385	65-50964-1	3	14315000	K4	LUMPY
386	698192-4	2	142151000	K4	LUMPY
387	698195-12	9	34903507	K4	LUMPY
388	698430-2	21	8591396	K4	LUMPY
389	892290-4	5	16691500	K4	LUMPY
390	966549-10	1	26450350	K4	LUMPY
391	966568-1	7	28127385	K4	LUMPY
392	966664-1	10	25437500	K4	LUMPY
393	968984-4	1	79099000	K4	LUMPY
394	976979-18	1	145160016	K4	LUMPY
395	358649-1	49	8166320	K4	SMOOTH

## LAMPIRAN B MODEL FORECAST NEURAL NETWORK

```
clc
clear all

syms('t');
n=input('Masukkan jumlah unit hidden layer: ');
alpha=input('Masukkan learning rate: ');
n=input('Masukkan jumlah iterasi: ');
m=1;
f=1/(1+exp(-t));
g=diff(f);

[a1 b1]=uigetfile('*.xls','Pilih file
inputan demand dalam excel');
a1=strcat(b1,a1);
x1=xlsread(a1);

x_awal=x1';
x_maks=max(x_awal);
x_min=min(x_awal);
[m1,n1]=size(x_awal);
target=x_awal(1+(n1/2):n1);

[a2 b2]=uigetfile('*.xls',strcat(['Pilih file
bobot inputan dalam
excel'], [''], num2str(n1/2), ['x'], [''], num2st
r(p)));
a2=strcat(b2,a2);
v=xlsread(a2);

[a3 b3]=uigetfile('*.xls',strcat(['Pilih file
bobot hidden layer dalam
```

```
excel'], [''], num2str(p), ['x'], [''], num2str(m  
));
```

```
a3=strcat(b3,a3);
```

```
w=xlsread(a3);
```

```
beta=0.7*(p^(1/m1));
```

```
v0=linspace(-beta,beta,p)';
```

```
w0=linspace(-0.5,0.5,m)';
```

```
for c=1:n
```

```
    for i=1:n1
```

```
        x2(i)=(x_awal(i))-
```

```
x_min)/(x_maks-x_min);
```

```
    end
```

```
    for r=1:n1/2
```

```
        x=x2((0+r):(n1/2)-1+r);
```

```
        T=target(r);
```

```
        for j=1:p
```

```
            xv=x*v;
```

```
            z_in(j)=v0(j)+xv(j);
```

```
            z(j)=subs(f,t,z_in(j));
```

```
        end
```

```
        for j=1:m
```

```
            zw=z*w;
```

```
            y_in(j,:)=w0(j)+zw(j);
```

```
            y(j)=subs(f,t,y_in(j));
```

```
        end
```

```
        for k=1:m
```

```
            for j=1:p
```

```
                delta1(k)=(T(k)-
```

```
y(k)*(subs(g,t,y_in(k)))));
```

```
delta_w1(j,k)=alpha*delta1(k)*z(j);
```

```
delta_w0(k)=alpha*delta1(k);
```

```
    end
```

```

end
for j=1:p
    delta_in(j)=delta1*w(j,:);
end
for j=1:p

delta2(j)=delta_in(j)*(subs(g,t,z_in(j)));
end
for i=1:n1/2
    for j=1:p

delta_v1(i,j)=alpha*delta2(j)*x(i);

delta_v0(j)=alpha*delta2(j);
end
end
w_old=[w0; w];
v_old=[v0'; v];
delta_v=[delta_v0; delta_v1];
delta_w=[delta_w0 ;delta_w1];

% update bobot dan bias

for k=1:m
    for j=1:p+1

w_new(j,k)=w_old(j,k)+delta_w(j,k);
end
end
for j=1:p
    for i=1:(n1/2)+1

v_new(i,j)=v_old(i,j)+delta_v(i,j);
end
end
v_new1=v_new;

```



```

w_new1=w_new;
v0=v_new1(1,:);
v_new1(1,:)=[];
v=v_new1;
w0=w_new1(1,:);
w_new1(1,:)=[];
w=w_new1;

end

end

disp('Bobot unit hidden setelah training:');
w_new
disp('Bobot unit input setelah training');
v_new

% Testing
jwb=input('Going to Testing?(y/t)','s');
if jwb=='y'
    p_test=input('Masukkan jumlah hidden
layer:');
    m_test=1;
    [a_test
b_test]=uigetfile('.xls',strcat(['Pilih file
input demand dalam excel(matriks kolom)']));
    a_test=strcat(b_test,a_test);
    x=xlsread(a_test);

    [mm,nn]=size(x);
    x_min=min(x);
    x_maks=max(x);

    for i=1:mm
        x_test1(i)=((x(i))-x_min)/(x_maks-
x_min);
    end
    v0_test=v_new(1,:);
    v_new(1,:)=[];

```

```

w0_test=w_new(1,:);
w_new(1,:)=[];

for k=1:mm/2
    x_test=x_test1((0+k):(mm/2)-1+k);

    for j=1:p_test

z_in(:,j)=v0_test(:,j)+(x_test*v_new(:,j));
        end
        z=subs(f,t,z_in);
        for j=1:m_test

y_in(j)=w0_test(:,j)+(z*w_new(:,j));
            end
            y=subs(f,t,y_in);
            [aa,bb]=size(y);
            for i=1:aa
                y_forecast(i)=(y(i)*(x_maks-
x_min))+ x_min;
            end
            y_ramal(k)=y_forecast
        end
        error=abs(target-y_ramal)
        MSE=sum(((target-y_ramal).*(target-
y_ramal))/n)

% Forecasting
jwb=input('Lanjut to Forecast
?(y/t)','s');
while jwb=='y'

[mm,nn]=size(x);
x_min=min(x);
x_maks=max(x);

```

```

        for i=1:mm
            x_test1(i)=(x(i)-
x_min)/(x_maks-x_min);
        end
        x_fore=x_test1((mm/2)+1:mm);

        for j=1:p_test

z_in(:,j)=v0_test(:,j)+(x_fore*v_new(:,j));
        end
        z=subs(f,t,z_in)
        for j=1:m_test

y_in(j)=w0_test(:,j)+(z*w_new(:,j));
        end
        y=subs(f,t,y_in)

        [aa,bb]=size(y);
        for i=1:aa
y_forecast(i)=(y(i)*(x_maks-x_min))+
x_min;
        end
        y_fore=y_forecast

xtot=[x'];
xxtot=[x' y_fore];
plot(xxtot,'-r')
hold on;
plot(xtot,'-b')
hold off;

        jwb=input('Lanjut to Forecast
?(y/t)', 's');

```

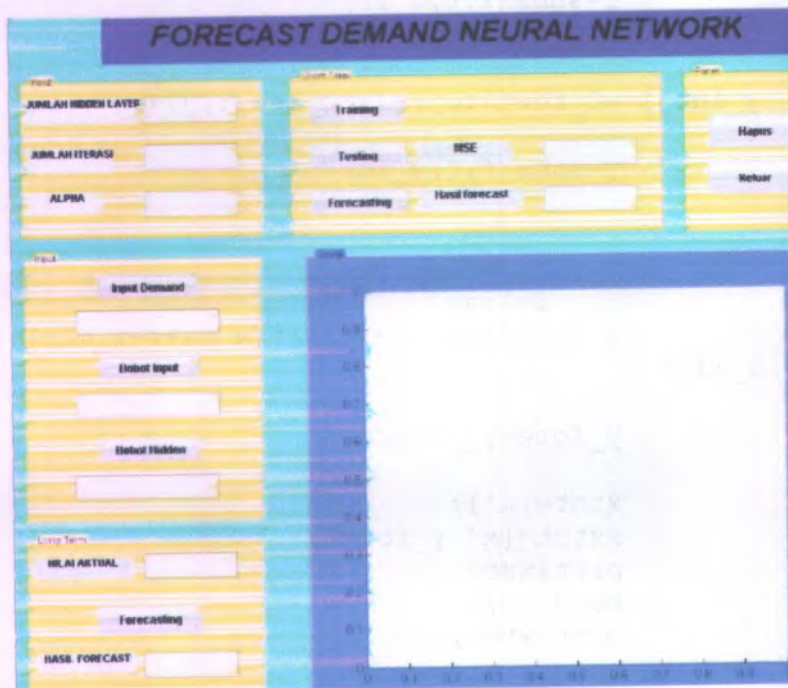
```

qq = input('Masukkan data demand
actual : ');
x = [x;qq];
x = x(2:end,:);

end

end

```



• **HASIL RUNNING MATLAB PN 1475M35P01**

Masukkan jumlah unit hidden layer: 3

Masukkan learning rate: 0.0001

Masukkan jumlah iterasi: 5000

Bobot unit hidden setelah training:

w\_new =

0.5012

0.5972

0.8946

0.2841

Bobot unit input setelah training

v\_new =

-2.0999      0.0002      2.1000

0.8988      0.9637      0.6654

0.0655      0.4067      0.6120

0.7260      0.7801      0.1974

0.2487      0.3772      0.0291

0.9056      0.6437      0.9056

0.7092      0.8200      0.5591

0.2539      0.7469      0.1587

0.8241      0.4557      0.5132

0.7890      0.7213      0.2232

0.1238      0.2779      0.7040

0.8245      0.0017      0.1990

0.7618      0.8629      0.6511

0.3393      0.9293      0.0480

0.3692      0.8915      0.4707

Going to Testing?(y/t)y

Masukkan jumlah hidden layer:3

y\_ramal =

144.6642

y\_ramal =

144.6642    136.2324

y\_ramal =

144.6642    136.2324    137.2299

y\_ramal =

```
144.6642 136.2324 137.2299 137.0299
y_ramal =
144.6642 136.2324 137.2299 137.0299
137.4536
y_ramal =
144.6642 136.2324 137.2299 137.0299
137.4536 139.4572
y_ramal =
144.6642 136.2324 137.2299 137.0299
137.4536 139.4572 139.7533
y_ramal =
Columns 1 through 7
144.6642 136.2324 137.2299 137.0299
137.4536 139.4572 139.7533
Column 8
139.9378
y_ramal =
Columns 1 through 7
144.6642 136.2324 137.2299 137.0299
137.4536 139.4572 139.7533
Columns 8 through 9
139.9378 138.3232
y_ramal =
Columns 1 through 7
144.6642 136.2324 137.2299 137.0299
137.4536 139.4572 139.7533
Columns 8 through 10
139.9378 138.3232 138.3830
y_ramal =
Columns 1 through 7
144.6642 136.2324 137.2299 137.0299
137.4536 139.4572 139.7533
Columns 8 through 11
139.9378 138.3232 138.3830 143.6465
y_ramal =
```

Columns 1 through 7  
144.6642 136.2324 137.2299 137.0299  
137.4536 139.4572 139.7533  
Columns 8 through 12  
139.9378 138.3232 138.3830 143.6465  
142.5443

y\_ramal =

Columns 1 through 7  
144.6642 136.2324 137.2299 137.0299  
137.4536 139.4572 139.7533  
Columns 8 through 13  
139.9378 138.3232 138.3830 143.6465  
142.5443 143.1767

y\_ramal =

Columns 1 through 7  
144.6642 136.2324 137.2299 137.0299  
137.4536 139.4572 139.7533  
Columns 8 through 14  
139.9378 138.3232 138.3830 143.6465  
142.5443 143.1767 141.9418

error =

Columns 1 through 7  
139.6642 135.2324 137.2299 137.0299  
56.4536 131.4572 139.7533  
Columns 8 through 14  
112.9378 138.3232 29.3830 143.6465  
112.5443 143.1767 129.9418

MSE =

43.7677

Lanjut to Forecast  $?(y/t)y$

z =

0.2223 0.6958 0.9624

y =

0.8220

y\_fore =

142.2041

• **HASIL RUNNING MATLAB PN 358027**

Masukkan jumlah unit hidden layer: 3

Masukkan learning rate: 0.0001

Masukkan jumlah iterasi: 5000

Bobot unit hidden setelah training:

w\_new =

0.5000

0.8309

0.8577

0.9011

Bobot unit input setelah training

v\_new =

-2.1000    -0.0000    2.1000

0.2676    0.3023    0.0279

0.5889    0.7877    0.5123

0.9359    0.7633    0.5719

0.1651    0.0944    0.8553

0.3171    0.7569    0.3279

0.5617    0.9128    0.2678

0.3166    0.4000    0.5630

0.8260    0.4376    0.5938

0.5782    0.3190    0.8849

0.1725    0.9535    0.5000

0.0231    0.0031    0.0647

0.5450    0.2511    0.3587

0.0757    0.3572    0.4003

0.3746    0.8717    0.4517

Going to Testing?(y/t)y

Masukkan jumlah hidden layer:3

y\_ramal =

11.2534

y\_ramal =

11.2534    11.3767

y\_ramal =

11.2534    11.3767    11.2222

y\_ramal =



```

    11.2534    11.3767    11.2222    11.2370
y_ramal =
    11.2534    11.3767    11.2222    11.2370
11.2517
y_ramal =
    11.2534    11.3767    11.2222    11.2370
11.2517    11.2638
y_ramal =
    11.2534    11.3767    11.2222    11.2370
11.2517    11.2638    11.2980
y_ramal =
    Columns 1 through 7
    11.2534    11.3767    11.2222    11.2370
11.2517    11.2638    11.2980
    Column 8
    11.2337
y_ramal =
    Columns 1 through 7
    11.2534    11.3767    11.2222    11.2370
11.2517    11.2638    11.2980
    Columns 8 through 9
    11.2337    11.0956
y_ramal =
    Columns 1 through 7
    11.2534    11.3767    11.2222    11.2370
11.2517    11.2638    11.2980
    Columns 8 through 10
    11.2337    11.0956    10.9770
y_ramal =
    Columns 1 through 7
    11.2534    11.3767    11.2222    11.2370
11.2517    11.2638    11.2980
    Columns 8 through 11
    11.2337    11.0956    10.9770    11.2226
y_ramal =
    Columns 1 through 7

```

11.2534 11.3767 11.2222 11.2370  
11.2517 11.2638 11.2980

Columns 8 through 12

11.2337 11.0956 10.9770 11.2226  
11.0452

y\_ramal =

Columns 1 through 7

11.2534 11.3767 11.2222 11.2370  
11.2517 11.2638 11.2980

Columns 8 through 13

11.2337 11.0956 10.9770 11.2226  
11.0452 11.2033

y\_ramal =

Columns 1 through 7

11.2534 11.3767 11.2222 11.2370  
11.2517 11.2638 11.2980

Columns 8 through 14

11.2337 11.0956 10.9770 11.2226  
11.0452 11.2033 11.0524

error =

Columns 1 through 7

3.2534 7.3767 11.2222 3.2370  
5.2517 7.2638 11.2980

Columns 8 through 14

7.2337 11.0956 2.9770 11.2226  
7.0452 11.2033 11.0524

MSE =

0.2034

Lanjut to Forecast  $?(y/t)y$

z =

0.3324 0.8884 0.9773

y =

0.9183

y\_fore =

11.0190

LAMPIRAN C  
SIMULASI MONTECARLO

1475M35P01			
RANGE DEMAND	PROB	CUM PROB	BIL RAND
0	0.5	0.5	0-50
1	0.04	0.54	51-54
2	0.04	0.57	55-57
4	0.04	0.61	58-61
5	0.04	0.64	62-64
8	0.04	0.68	65-68
12	0.04	0.71	69-71
15	0.04	0.75	72-75
18	0.04	0.79	76-79
27	0.07	0.86	80-86
30	0.04	0.89	87-89
81	0.04	0.93	90-93
109	0.04	0.96	94-96
173	0.04	1.00	97-100

358027			
RANGE DEMAND	PROB	CUM PROB	BIL RAND
0	0.36	0.357142857	0-36
2	0.04	0.39	37-39
4	0.21	0.61	40-61
6	0.04	0.64	62-64
8	0.25	0.89	65-89
9	0.04	0.93	90-93
11	0.04	0.96	94-96
12	0.04	1.00	97-100

**MS9245-24**

RANGE DEMAND	PROB	CUM PROB	BIL RAND
0	0.64	0.642857143	0-64
1	0.04	0.68	65-68
2	0.07	0.75	69-75
4	0.04	0.79	76-79
5	0.04	0.82	80-82
20	0.07	0.89	83-89
24	0.04	0.93	90-93
25	0.04	0.96	94-96
34	0.04	1	97-100

**3601027-1**

RANGE DEMAND	PROB	CUM PROB	BIL RAND
0	0.71	0.71	0-71
2	0.11	0.82	72-82
4	0.11	0.93	83-93
8	0.07	1.00	94-100

**3605091-3**

RANGE DEMAND	PROB	CUM PROB	BIL RAND
0	0.46	0.46	0-46
1	0.07	0.54	47-54
2	0.18	0.71	55-71
3	0.07	0.79	72-79
6	0.07	0.86	80-86
7	0.07	0.93	87-93
9	0.07	1.00	94-100

**3614920-1**

RANGE DEMAND	PROB	CUM PROB	BIL RAND
0.00	0.464286	0.46	0-46
2.00	0.357143	0.82	47-82
4.00	0.142857	0.96	83-96
6.00	0.035714	1.00	97-100

**369259-32**

RANGE DEMAND	PROB	CUM PROB	BIL RAND
0	0.57	0.57	0-57
1	0.11	0.68	58-68
2	0.14	0.82	69-82
3	0.04	0.86	83-86
4	0.04	0.89	87-89
6	0.04	0.93	90-93
7	0.04	0.96	94-96
8	0.04	1.00	97-100

**89413-215**

RANGE DEMAND	PROB	CUM PROB	BIL RAND
0	0.11	0.11	0-11
6	0.04	0.14	12,14
7	0.36	0.50	15-50
14	0.32	0.82	51-82
21	0.14	0.96	83-96
28	0.04	1.00	97-100

## 3606229-1

RANGE DEMAND	PROB	CUM PROB	BIL RAND
0	0.14	0.14	0-14
1	0.21	0.36	15-36
2	0.07	0.43	37-43
3	0.11	0.54	44-54
4	0.25	0.79	55-79
5	0.04	0.82	80-82
6	0.04	0.86	83-86
7	0.04	0.89	87-89
8	0.04	0.93	90-93
9	0.07	1.00	94-100

## 3601193-8

RANGE DEMAND	PROB	CUM PROB	BIL RAND
0	0.18	0.18	0-18
1	0.18	0.36	19-36
2	0.14	0.50	37-50
3	0.04	0.54	51-54
4	0.04	0.57	55-57
5	0.04	0.61	58-61
6	0.11	0.71	62-71
7	0.07	0.79	72-79
10	0.04	0.82	80-82
11	0.04	0.86	83-86
13	0.07	0.93	87-93
14	0.04	0.96	94-96
17	0.04	1.00	97-100

**3861112-1**

RANGE DEMAND	PROB	CUM PROB	BIL RAND
0	0.21	0.21	0-21
1	0.18	0.39	22-39
2	0.14	0.54	40-54
3	0.18	0.71	55-71
4	0.21	0.93	72-93
5	0.07	1	94-100

**3612170-2**

RANGE DEMAND	PROB	CUM PROB	BIL RAND
0	0.18	0.18	0-18
1	0.29	0.46	19-46
2	0.07	0.54	47-54
3	0.14	0.68	55-68
4	0.11	0.79	69-79
5	0.04	0.82	80-82
8	0.04	0.86	83-86
9	0.04	0.89	87-89
11	0.11	1.00	90-100

**3601193-4**

RANGE DEMAND	PROB	CUM PROB	BIL RAND
0.00	0.21	0.21	0-21
1.00	0.14	0.36	22-36
2.00	0.21	0.57	37-57
3.00	0.18	0.75	58-75
4.00	0.04	0.79	76-79
5.00	0.04	0.82	80-82
6.00	0.14	0.96	83-96
9.00	0.04	1.00	97-100

## 915F466-2

RANGE DEMAND	PROB	CUM PROB	BIL RAND
0	0.32	0.32	0-32
1	0.25	0.57	33-57
2	0.25	0.82	58-82
3	0.07	0.89	83-89
5	0.07	0.96	90-96
7	0.04	1	97-100

## 600-3130-1-4

RANGE DEMAND	PROB	CUM PROB	BIL RAND
0	0.11	0.11	0-11
2	0.14	0.25	12-25
3	0.07	0.32	26-32
5	0.18	0.50	33-50
6	0.18	0.68	51-68
8	0.04	0.71	69-71
9	0.04	0.75	72-75
10	0.07	0.82	76-82
11	0.04	0.86	83-86
12	0.04	0.89	87-89
14	0.04	0.93	90-93
18	0.04	0.96	94-96
20	0.04	1	97-100



**LAMPIRAN D**  
**HASIL FORECAST DEMAND 2010**

PN	PERIODE	Mer	Jun	Jul	Augr	Sep	Okt	Nop	Des
1475M35P01	NN	142	90	40	91	37	89	41	89
	MONTECARLO	0	109	0	0	0	1	8	0
3601193-8	NN	1	6	5	5	5	4	3	5
	MONTECARLO	1	13	1	14	1	7	0	1
S9413-215	NN	9	9	8	8	8	8	8	7
	MONTECARLO	21	21	14	7	6	14	21	14
3606229-1	NN	2	2	2	3	3	3	2	3
	MONTECARLO	6	0	0	0	4	1	3	0
600-3130-1-4	NN	13	8	11	16	4	21	4	0
	MONTECARLO	6	0	5	18	18	14	3	3
358027	NN	11	9	10	10	9	9	9	9
	MONTECARLO	4	8	4	0	0	0	8	11
MS9245-24	NN	28	24	23	24	17	17	17	16
	MONTECARLO	0	0	0	2	34	0	0	0
3861112-1	NN	4	4	4	3	3	3	3	2
	MONTECARLO	1	2	4	3	2	3	5	0
3612170-2	NN	5	5	1	19	6	4	0	0
	MONTECARLO	2	4	11	3	5	11	1	0
3601027-1	NN	8	6	6	6	3	3	1	1
	MONTECARLO	2	0	0	0	0	0	4	2
3605091-3	NN	6	6	7	7	5	5	6	5
	MONTECARLO	0	7	2	3	0	2	3	6
3601193-4	NN	6	7	7	7	5	4	6	6
	MONTECARLO	0	0	1	3	3	3	6	2
915F466-2	NN	6	6	5	5	5	5	4	4
	MONTECARLO	2	5	0	0	1	3	0	2
3614920-1	NN	6	4	4	4	4	3	2	2
	MONTECARLO	2	4	4	0	2	2	0	0
369259-32	NN	5	6	6	6	6	4	3	3
	MONTECARLO	0	8	0	0	0	2	6	0

**KUSIONER**  
**PENILAIAN FAKTOR / KRITERIA PEMILIHAN STRATEGI PENGADAAN**

**I. Kuisisioner Perbandingan Kriteria Keputusan**

**A. Penjelasan**

Berikut ini merupakan penjelasan dari cara pengisian kuisisioner perbandingan kriteria keputusan :

1. Pilih salah satu dan Berilah lingkaran pada kotak scoring yang telah disediakan di lembar penilaian kriteria.
2. Penjelasan dari skala penilaian Perbandingan kriteria seperti dibawah ini :

Skala	Definisi
1	Kedua Kriteria sama Pentingnya
3	Salah satu Kriteria sedikit lebih penting daripada kriteria lain
5	Salah satu kriteria secara signifikan lebih penting dari kriteria lain
7	Salah satu jauh lebih penting daripada lain
9	Salah satu absolut lebih penting daripada lain
2,4,6,8	Nilai tengah-tengah

3. Contoh pengisian lembar penilaian :

Kriteria	Scoring									Kriteria
Kualitas	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Delivery
Kualitas	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Harga
Kualitas	9	7	5	3	1	3	5	7	9	TAT Maintenance

Artinya : Hal ini berarti kriteria kualitas sedikit lebih penting dari pada kriteria Delivery dalam hal pengadaan material APU.

**B. Lembar Penilaian Perbandingan**

**I. Perbandingan Antar Kriteria**

Part Number : 1475M35P0

Kriteria	Scoring																Kriteria	
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Delivery
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Harga	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service

Part Number : 3601193-8

Kriteria	Scoring																Kriteria	
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Delivery
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Harga	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service



Part Number : 3601027-1

Kriteria	Scoring																	Kriteria
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Delivery
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Harga	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service

Part Number : 3605091-3

Kriteria	Scoring																	Kriteria
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Delivery
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Harga	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service

Part Number : 3609143-4

Kriteria	Scoring																	Kriteria
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Delivery
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Harga	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service

Part Number : S9413-636

Kriteria	Scoring																	Kriteria
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Delivery
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Harga	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service

Part Number : 3601193-4

Kriteria	Scoring																	Kriteria
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Delivery
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Harga	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service



Part Number : MS9245-24

Kriteria	Scoring																Kriteria	
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Delivery
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Harga	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service

Part Number : S8990-604

Kriteria	Scoring																Kriteria	
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Delivery
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Harga	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service

Part Number : 3614868-1

Kriteria	Scoring																Kriteria	
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Delivery
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Harga	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service

Part Number : 3861112-1

Kriteria	Scoring																Kriteria	
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Delivery
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Harga	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service

Part Number : 3612170-2

Kriteria	Scoring																Kriteria	
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Delivery
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Harga	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service

Kriteria	Scoring(Harga)															Kriteria		
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Delivery)															Kriteria		
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Service)															Kriteria		
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Part Number : 3601193-8

Kriteria	Scoring(Kualitas)															Kriteria		
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Harga)															Kriteria		
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Delivery)															Kriteria		
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Service)															Kriteria		
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Part Number : 915F466-2

Kriteria	Scoring																Kriteria	
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Delivery
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Harga	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service

Part Number : 3614920-1

Kriteria	Scoring																Kriteria	
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Delivery
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Harga	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service

Part Number : 369259-32

Kriteria	Scoring																Kriteria	
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Delivery
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Harga	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service

Part Number : 358649-1

Kriteria	Scoring																Kriteria	
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Delivery
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Harga	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service

## II. Perbandingan Antar Keputusan

Part Number : 1475M35P0

Kriteria	Scoring(Kualitas)																Kriteria	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Part Number : 3606229-1

Kriteria	Scoring(Kualitas)																	Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Harga)																	Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Part Number : 3606229-1

Kriteria	Scoring(Delivery)																	Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Service)																	Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Part Number : 600-3130-1-4

Kriteria	Scoring(Kualitas)																	Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Harga)																	Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Part Number : 3605239-2

Kriteria	Scoring(Kualitas)															Kriteria		
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quaterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Harga)															Kriteria		
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quaterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Delivery)															Kriteria		
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quaterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Service)															Kriteria		
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quaterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Part Number : S9413-215

Kriteria	Scoring(Kualitas)															Kriteria		
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quaterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Harga)															Kriteria		
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quaterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Delivery)															Kriteria		
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quaterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Service)															Kriteria
----------	------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----------



Kriteria	Scoring(Harga)																Kriteria	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Delivery)																Kriteria	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Service)																Kriteria	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Part Number : S8990-604

Kriteria	Scoring(Kualitas)																Kriteria	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Harga)																Kriteria	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Delivery)																Kriteria	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Service)																Kriteria	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Delivery)																		Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	

Kriteria	Scoring(Service)																		Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	

Part Number : 358027

Kriteria	Scoring(Kualitas)																		Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	

Kriteria	Scoring(Harga)																		Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	

Kriteria	Scoring(Delivery)																		Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	

Kriteria	Scoring(Service)																		Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	

Part Number : MS9245-24

Kriteria	Scoring(Kualitas)																		Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	

Kriteria	Scoring(Service)																	Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Part Number : 3612170-2

Kriteria	Scoring(Kualitas)																	Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Harga)																	Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Delivery)																	Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Service)																	Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Part Number : 3601027-1

Kriteria	Scoring(Kualitas)																	Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Harga)																	Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Part Number : 3614868-1

Kriteria	Scoring(Kualitas)																		Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	
Quaterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	

Kriteria	Scoring(Harga)																		Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	
Quaterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	

Kriteria	Scoring(Delivery)																		Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	
Quaterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	

Kriteria	Scoring(Service)																		Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	
Quaterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	

Part Number : 3861112-1

Kriteria	Scoring(Kualitas)																		Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	
Quaterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	

Kriteria	Scoring(Harga)																		Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	
Quaterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	

Kriteria	Scoring(Delivery)																		Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	
Quaterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	

Kriteria	Scoring(Harga)																Kriteria	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Delivery)																Kriteria	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Service)																Kriteria	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Part Number : S9413-636

Kriteria	Scoring(Kualitas)																Kriteria	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Harga)																Kriteria	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Delivery)																Kriteria	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Service)																Kriteria	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Delivery)																	Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quaterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Service)																	Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quaterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Part Number : 3605091-3

Kriteria	Scoring(Kualitas)																	Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quaterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Harga)																	Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quaterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Delivery)																	Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quaterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Service)																	Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quaterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Part Number : 3609143-4

Kriteria	Scoring(Kualitas)																	Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quaterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Service)																Kriteria	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Part Number : 3614920-1

Kriteria	Scoring(Kualitas)																Kriteria	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Harga)																Kriteria	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Delivery)																Kriteria	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Service)																Kriteria	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Part Number : 369259-32

Kriteria	Scoring(Kualitas)																Kriteria	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Harga)																Kriteria	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Delivery)																Kriteria	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly

Part Number : 3601193-4

Kriteria	Scoring(Kualitas)																		Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	
Quaterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	

Kriteria	Scoring(Harga)																		Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	
Quaterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	

Kriteria	Scoring(Delivery)																		Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	
Quaterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	

Kriteria	Scoring(Service)																		Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	
Quaterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	

Part Number : 915F466-2

Kriteria	Scoring(Kualitas)																		Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	
Quaterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	

Kriteria	Scoring(Harga)																		Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	
Quaterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	

Kriteria	Scoring(Delivery)																		Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly	
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	
Quaterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase	



Part Number : 3605239-2

Kriteria	Scoring															Kriteria		
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Delivery
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Harga	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service

Part Number : S9413-215

Kriteria	Scoring															Kriteria		
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Delivery
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Harga	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service

Part Number : 3606229-1

Kriteria	Scoring															Kriteria		
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Delivery
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Harga	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service

Part Number : 600-3130-1-4

Kriteria	Scoring															Kriteria		
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Delivery
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Harga	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service

Part Number : 358027

Kriteria	Scoring															Kriteria		
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Delivery
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Harga	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service

## Part Number : 3601027-1

Kriteria	Scoring																Kriteria	
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Delivery
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Harga	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service

## Part Number : 3605091-3

Kriteria	Scoring																Kriteria	
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Delivery
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Harga	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service

## Part Number : 3609143-4

Kriteria	Scoring																Kriteria	
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Delivery
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Harga	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service

## Part Number : S9413-636

Kriteria	Scoring																Kriteria	
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Delivery
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Harga	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service

## Part Number : 3601193-4

Kriteria	Scoring																Kriteria	
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Delivery
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga
Delivery	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service
Harga	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Service

Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Service)																	Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Part Number : 358649-1

Kriteria	Scoring(Kualitas)																	Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Harga)																	Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Delivery)																	Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Kriteria	Scoring(Service)																	Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

Terima Kasih atas bantuan serta partisipasinya.

Kriteria	Scoring(Harga)																	Kriteria
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Quarterly
Periodic Bulanan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase
Quarterly	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Direct Purchase

## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Pati, 19 April 1988 dengan nama lengkap Hartini, merupakan anak pertama dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Aisyah Jepura Juwana (1992-1994), SDN Tluwah Juwana (1993-2000), SLTP Negeri 1 Juwana (2000-2003), SMA Negeri 1 Pati (2003-2006). Selanjutnya, penulis melanjutkan jenjang pendidikannya di salah satu perguruan tinggi di Surabaya yaitu Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (2006-2010). Pada saat kuliah penulis aktif dalam berbagai kegiatan akademis maupun non-akademis, pelatihan serta seminar. Penulis aktif diberbagai organisasi mahasiswa seperti HMTI ITS dan IKMP. Penulis juga tercatat sebagai salah satu asisten Laboratorium Statistik (*Statistical and Managerial Decision laboratory*) dan asisten Laboratorium Sistem Manufaktur. Sempat menjabat sebagai Staf Departemen Resource & Development (2008/2009) dan Staf Maintenance (2010). Pengalaman aplikasi ilmu pernah penulis didapatkan ketika kerja praktek di PT. TELKOM Divre V Surabaya (topik mengenai Kualitas) dan Magang kerja di PT. GMF Aero Asia dengan topik Logistik. Pengalaman yang lainnya pernah menjadi asisten dosen untuk mata kuliah Statistik Industri, Teknik Keandalan dan Perawatan. Penulis juga pernah menjadi juara 3 dalam kompetisi *Statistical Engineering* yang diadakan di Universitas Pahrayment Bandung (2010). Selain belajar, penulis memiliki hobi membaca, *travelling* dan menyanyi.

Di bidang akademisi, penulis memiliki minat di bidang Statistik seperti *Realibity Analysis*, kualitas dan Manajemen Industri seperti *Supply Chain Mangement, Production and planning Control, Human Resource Management*. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail*: [HartiniApriyani@gmail.com](mailto:HartiniApriyani@gmail.com)