

UNIVERSITAS BINA NUSANTARA

Program Ganda
Teknik Industri – Sistem Informasi
Skripsi Sarjana Program Ganda
Semester Ganjil 2007/2008

Analisis dan Perancangan Sistem Informasi *Preventive Maintenance* pada Pabrik Minyak Sawit PT Perkebunan Nusantara XIII

Meilinda Debora Girsang
0700680154

ABSTRAK

Pabrik Minyak Sawit PTPN XIII sering mengalami stagnasi produksi karena kerusakan mesin. Stagnasi produksi yang terjadi karena kerusakan mesin kritis kerap terjadi dalam waktu yang lama sehingga menghambat keseluruhan proses produksi *Crude Palm Oil*. Hal tersebut biasanya disebabkan perusahaan kesulitan dalam mencari komponen baru pengganti komponen yang rusak. Stagnasi produksi yang terlalu lama atau sering dapat mengakibatkan kerugian karena bahan baku produksi yaitu tandan buah segar kelapa sawit dapat busuk dan tidak dapat diolah.

Preventive maintenance merupakan suatu kegiatan pemeliharaan fasilitas pabrik yang terjadwal untuk menghindari terjadinya kegagalan (*failure*). Ditentukan mesin dan komponen yang paling kritis dan mungkin untuk mengalami kegagalan. Waktu kegagalan mesin diolah dengan perhitungan statistik dan probabilitas, didapatkan *mean time to failure* dan probabilitas *reliability* sistem. Untuk memenuhi target *reliability* tertentu dari perusahaan, diperlukan *preventive maintenance* dengan selang waktu tertentu yang didapatkan dari hasil simulasi perhitungan *reliability* dengan waktu.

Dengan adanya sistem *preventive maintenance*, PMS PTPN XIII dapat menjadwalkan pemeriksaan dan pemeliharaan atas komponen mesin kritis sehingga tidak terjadi *failure* yang tiba-tiba yang dapat menyebabkan stagnasi produksi. Selain itu bisa diperkirakan waktu untuk pemesanan komponen baru berdasarkan jadwal *preventive maintenance* komponen mesin. Sistem ini dirancang dengan metode *Object Oriented Analysis and Design*, bahasa pemrograman dibuat dengan menggunakan bantuan bahasa pemrograman *Visual Basic*, pembuatan laporan digunakan *Crystal Report 8.5* serta pembangunan basis data dengan *Microsoft Access 2003*.

Kata Kunci :

Preventive maintenance, reliability, mesin kritis, mean time to failure, object oriented analysis and design.

KATA PENGANTAR

Pertama-tama penulis mengucapkan syukur dan terima kasih kepada Tuhan Yesus Sang Juru Selamat dan Sahabat, karena anugerahNya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan baik secara moral maupun secara material sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Rasa terima kasih ini terutama ditujukan kepada:

1. Papa dan Mama serta Yuliana Devona yang terkasih, akan dukungan spiritual, mental dan material kepada penulis.
2. Bapak Prof. Dr. Gerardus Polla, M.App.Sc selaku Rektor Universitas Bina Nusantara.
3. Bapak Iman H. Kartowisastro, Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Pejabat Sementara Ketua Jurusan Fakultas Teknik Industri Universitas Bina Nusantara.
4. Bapak Ir. Sablin Yusuf, M.Sc, M.Comp.Sc. MM. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Bina Nusantara.
5. Bapak Johan, S.Kom., MM, selaku ketua Jurusan Sistem Informasi Universitas Bina Nusantara serta dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan pengarahan dan bimbingan kepada penulis.
6. Bapak Wikaria Gazali, S.Si., MT, selaku Ketua Jurusan Ganda Universitas Bina Nusantara.
7. Bapak Anggara Hayun A., ST, MT selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan pengarahan dan bimbingan kepada penulis.
8. Bapak Wagio Ripto Sumarto selaku Direktur SDM & Umum PT Perkebunan Nusantara XIII yang telah memberikan ijin kepada penulis untuk melakukan penelitian pada perusahaan yang dipimpinnya.
9. Yonatan Setiawan, atas dukungannya yang tanpa pamrih.
10. Lily Vianty, Sunli, Sufina, Siungowati dan Falery Limanto dari kelompok LIFE serta Lenny Yu Sanna yang telah memberikan dukungan serta berbagi pengalaman yang tidak terlupakan selama masa kuliah.
11. Teman-teman sekelas PAX angkatan 2003 yang telah bersama saling membantu baik dalam penyusunan skripsi maupun kegiatan belajar serta banyak berbagi kesan tidak terlupakan oleh penulis.
12. Segenap pihak yang tak dapat disebutkan satu persatu, yang telah memberikan dukungan kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari kemungkinan adanya kekurangan dalam tugas akhir ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun akan sangat berguna bagi penulis untuk masa mendatang. Harapan penulis, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat yang berarti khususnya bagi penulis dan semua orang yang memerlukannya maupun yang membacanya.

Jakarta, 21 Januari 2008
Penyusun,

Meilinda Debora Girsang
0700680154

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul Luar	i
Halaman Judul Dalam	ii
Halaman Pengesahan <i>Hardcover</i>	iii
Halaman Pernyataan Dewan Penguji	iv
Abstrak	v
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	viii
Daftar Tabel	xii
Daftar Gambar	xiv
Daftar Lampiran	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	4
1.4 Tujuan dan Manfaat	5
1.5 Definisi Operasional	6
1.5.1 Pendahuluan	6
1.5.2 Produk dan Mekanisme Penyampaiannya	8
1.5.3 Budaya, Visi, Misi dan <i>Values</i> PTPN XIII	9
1.5.4 Teknologi, Fasilitas dan Peralatan	10
1.5.5 Struktur Organisasi dan Tata Kelola Perusahaan	12
1.5.6 Pelanggan, Pasar dan Produk	12
1.5.7 Pemasok	13
1.5.8 Sistem Peningkatan Kinerja	15
1.5.9 Pengolahan Kelapa Sawit	15
1.5.9.1 Stasiun Penerimaan Buah	18
1.5.9.2 Stasiun Rebusan	22
1.5.9.3 Stasiun Penebah	23
1.5.9.4 Stasiun Kempa	25
1.5.9.5 Stasiun Pemurnian Minyak	28
1.5.9.6 Stasiun Pabrik Biji	32
1.5.9.7 Stasiun Pengolahan Air	37

BAB 2	LANDASAN TEORI	41
2.1	Pengertian Pemeliharaan	41
2.2	<i>Preventive Maintenance</i>	41
2.3	Tujuan <i>Maintenance</i>	42
2.4	Pengantar Keandalan (<i>Reliability</i>)	43
2.5	<i>Mean time to Failure (MTTF)</i>	46
2.6	<i>Mean time to Repair (MTTR)</i>	47
2.7	<i>Reliability</i> Tanpa <i>Preventive Maintenance</i> dan Menggunakan <i>Preventive Maintenance</i>	47
2.8	Sistem	48
2.9	Sistem Informasi	49
2.10	Sistem Informasi Manajemen	50
2.11	Konsep Perancangan dan Analisa Berorientasi Objek (<i>Object Oriented Analysis and Design / OOAD</i>)	52
2.12	Keuntungan dan Kelemahan <i>Object Oriented Analysis and Design / OOAD</i>	53
2.13	Aktivitas Utama Perancangan dan Analisa dengan <i>OOAD</i>	54
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	63
3.1	Populasi dan Sampel Penelitian	63
3.2	Variabel dan Desain Penelitian	63
3.3	Teknik Pengumpulan Data	67
3.4	Teknik Analisa Data	67
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	73
4.1	Pengumpulan Data Kerusakan Mesin	73
4.2	Analisis Data dan Pembahasan	78
4.2.1	Penentuan Komponen Kritis	78
4.2.2	Data Waktu: <i>Time to Failure (TTF)</i> dan <i>Time to Repair (TTR)</i>	79
4.2.3	Perhitungan <i>Mean Time to Failure (MTTF)</i>	81
4.2.4	Perhitungan <i>Mean Time to Repair (MTTR)</i>	90
4.2.5	Hasil Perhitungan <i>Maintenance</i>	95
4.2.6	Perbandingan <i>Reliability</i> Mesin Kempa Sebelum dan Sesudah <i>Preventive Maintenance</i>	96
4.2.6.1	<i>Reliability</i> Mesin Kempa 1	96
4.2.6.2	<i>Reliability</i> Mesin Kempa 2	98
4.2.6.3	<i>Reliability</i> Mesin Kempa 3	100
4.2.6.4	<i>Reliability</i> Mesin Kempa 4	102
4.2.6.5	<i>Reliability</i> Mesin Kempa 5	105
4.2.6.6	<i>Reliability</i> Mesin Kempa 6	106

4.2.6.7	<i>Reliability</i> Mesin Kempa 7	108
4.2.6.8	<i>Reliability</i> Mesin Kempa 8	110
4.2.7	Analisa <i>Mean Time to Failure</i>	112
4.2.8	Analisa Kehandalan (<i>Reliability</i>) pada Sistem Berjalan (Tanpa <i>Preventive Maintenance</i>)	113
4.2.9	Analisa Kehandalan (<i>Reliability</i>) pada Sistem dengan Target Kehandalan (Dengan <i>Preventive Maintenance</i>)	114
4.3	Analisa dan Perancangan Sistem Informasi	115
4.3.1	<i>Analysis Document</i>	115
4.3.1.1	<i>The Task</i>	115
4.3.1.1.1	Deskripsi Sistem Berjalan	115
4.3.1.1.2	Definisi Sistem	116
4.3.1.1.3	Deskripsi Sistem Usulan	119
4.3.1.2	<i>Problem Domain</i>	119
4.3.1.2.1	<i>Cluster</i>	119
4.3.1.2.2	Struktur	120
4.3.1.2.3	<i>Events</i>	122
4.3.1.2.4	<i>Behavioural Pattern</i>	116
4.3.1.3	<i>Application Domain</i>	126
4.3.1.3.1	<i>Usage</i>	126
4.3.1.3.2	<i>Use Case Diagram</i>	127
4.3.1.3.3	<i>Use Case Spesification</i>	128
4.3.1.3.4	<i>Sequence Diagram</i>	131
4.3.1.3.5	<i>Function List</i>	135
4.3.1.3.6	<i>User Interface</i>	136
4.3.1.3.7	<i>TechnicalPlatform</i>	145
4.3.2	<i>Design Document</i>	145
4.3.2.1	<i>The Task</i>	145
4.3.2.2	<i>Technical Platform</i>	147
4.3.2.2.1	Perlengkapan	147
4.3.2.2.2	Sistem Piranti Lunak	147
4.3.2.2.3	<i>System Interface</i>	147
4.3.2.2.4	Bahasa Perancangan	147
4.3.2.3	<i>Architecture</i>	148
4.3.2.3.1	<i>Component Architecture</i>	148
4.3.2.3.2	<i>Process Architecture</i>	149
4.4	Usul Penerapan	149

BAB 5	SIMPULAN DAN SARAN	150
5.1	Simpulan	151
5.2	Saran	152
DAFTAR PUSTAKA		153
RIWAYAT HIDUP		154
LAMPIRAN		L.155
	SURAT SURVEI	L.155
	KARTU MATA KULIAH	L.156

DAFTAR TABEL

			Halaman
Tabel	1.1	Jam Olah Bruto Januari-Agustus 2007	3
Tabel	1.2	Pelanggan Utama dan Mekanisme Penyerahan	8
Tabel	1.3	Visi, Misi dan <i>Values</i> PTPN XIII	10
Tabel	1.4	Distribusi Pemasaran Produk	12
Tabel	2.1	<i>Criteria</i> Kualitas <i>Software</i>	59
Tabel	4.1	Kerusakan Komponen Mesin Kempa 1 PMS Parindu	73
Tabel	4.2	Kerusakan Komponen Mesin Kempa 2 PMS Parindu	74
Tabel	4.3	Kerusakan Komponen Mesin Kempa 3 PMS Parindu	74
Tabel	4.4	Kerusakan Komponen Mesin Kempa 4 PMS Parindu	75
Tabel	4.5	Kerusakan Komponen Mesin Kempa 5 PMS Parindu	75
Tabel	4.6	Kerusakan Komponen Mesin Kempa 6 PMS Parindu	76
Tabel	4.7	Kerusakan Komponen Mesin Kempa 7 PMS Parindu	76
Tabel	4.8	Kerusakan Komponen Mesin Kempa 8 PMS Parindu	77
Tabel	4.9	Penentuan Komponen Kritis Mesin Kempa	78
Tabel	4.10	<i>TTF</i> dan <i>TTF As Intermediate</i> Kempa 1	79
Tabel	4.11	<i>TTF</i> dan <i>TTR Pondasi Gear Box</i> Kempa 2	79
Tabel	4.12	<i>TTF</i> dan <i>TTR Screw</i> Kempa 3	79
Tabel	4.13	<i>TTF</i> dan <i>TTR Kopling As Gear Box</i> Kempa 4	80
Tabel	4.14	<i>TTF</i> dan <i>TTR As Intermediate</i> Kempa 5	80
Tabel	4.15	<i>TTF</i> dan <i>TTR Dinding Digester</i> Kempa 6	80
Tabel	4.16	<i>TTF</i> dan <i>TTR As Screw Press</i> Kempa 7	80
Tabel	4.17	<i>TTF</i> dan <i>TTR As Cyclo Drive</i> Kempa 8	81
Tabel	4.18	Hasil <i>Minitab TTF</i> Komponen <i>As Intermediate</i> Kempa 1	82
Tabel	4.19	Hasil <i>Minitab TTF</i> Komponen Pondasi <i>Gear Box</i> Kempa 2	83
Tabel	4.20	Hasil <i>Minitab TTF</i> Komponen <i>Screw</i> Kempa 3	84
Tabel	4.21	Hasil <i>Minitab TTF</i> Komponen Kopling <i>As Gear Box</i> Kempa 4	85
Tabel	4.22	Hasil <i>Minitab TTF</i> Komponen <i>As Intermediate</i> Kempa 5	86
Tabel	4.23	Hasil <i>Minitab TTF</i> Komponen Dinding <i>Digester</i> Kempa 6	87
Tabel	4.24	Hasil <i>Minitab TTF</i> Komponen <i>As Screw Press</i> Kempa 7	88
Tabel	4.25	Hasil <i>Minitab TTF</i> Komponen <i>As Cyclo Drive</i> Kempa 8	89
Tabel	4.26	Hasil <i>Minitab TTR</i> Komponen <i>As Intermediate</i> Kempa 1	90
Tabel	4.27	Hasil <i>Minitab TTR</i> Komponen Pondasi <i>Gear Box</i> Kempa 2	91
Tabel	4.28	Hasil <i>Minitab TTR</i> Komponen <i>Screw</i> Kempa 3	91

Tabel 4.29	Hasil <i>Minitab TTR</i> Komponen <i>Screw</i> Kempa 3 (Lanjutan)	92
Tabel 4.30	Hasil <i>Minitab TTR</i> Komponen Kopling <i>As Gear Box</i> Kempa 4	92
Tabel 4.31	Hasil <i>Minitab TTR</i> Komponen <i>As Intermediate</i> Kempa 5	93
Tabel 4.32	Hasil <i>Minitab TTR</i> Komponen Dinding <i>Digester</i> Kempa 6	93
Tabel 4.33	Hasil <i>Minitab TTR</i> Komponen <i>As Screw Press</i> Kempa 7	94
Tabel 4.34	Hasil <i>Minitab TTR</i> Komponen <i>As Cyclo Drive</i> Kempa 8	94
Tabel 4.35	Waktu dan Aktivitas <i>Maintenance</i> Mesin Kempa	95
Tabel 4.36	<i>Reliability</i> Komponen <i>As Intermediate</i> Kempa 1	96
Tabel 4.37	<i>Reliability</i> Komponen <i>Gear Box</i> Kempa 2	98
Tabel 4.38	<i>Reliability</i> Komponen <i>Screw</i> Kempa 3	100
Tabel 4.39	<i>Reliability</i> Komponen Kopling <i>As Gear Box</i> Kempa 4	102
Tabel 4.40	<i>Reliability</i> Komponen <i>As Intermediate</i> Kempa 5	104
Tabel 4.41	<i>Reliability</i> Komponen Dinding <i>Digester</i> Kempa 6	106
Tabel 4.42	<i>Reliability</i> Komponen <i>As Screw Press</i> Kempa 7	108
Tabel 4.43	<i>Reliability</i> Komponen <i>As Cyclo Drive</i> Kempa 8	110
Tabel 4.44	Perbandingan <i>Reliability</i> Sebelum dan Sesudah <i>Preventive Maintenance</i>	112
Tabel 4.45	<i>Event Table</i>	122
Tabel 4.46	<i>Actor Table</i>	126
Tabel 4.47	<i>Use case Specification Login</i>	128
Tabel 4.48	<i>Use case Specification Entry</i> Kerusakan	128
Tabel 4.49	<i>Use case Specification</i> Hitung <i>MTTF</i>	129
Tabel 4.50	<i>Use case Specification View</i> Kerusakan	129
Tabel 4.51	<i>Use case Specification</i> Cek Stok Komponen	129
Tabel 4.52	<i>Use case Specification Update</i> Komponen	130
Tabel 4.53	<i>Use case Specification Update</i> Mesin	130
Tabel 4.54	<i>Use case Specification</i> Cetak Laporan	130
Tabel 4.55	<i>Function List</i>	135
Tabel 4.56	Prioritas Kriteria	146

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Skema Mesin PMS	37
Gambar 1.2 Mesin Kempa Pabrik Minyak Sawit	40
Gambar 2.1 Model Sistem	51
Gambar 2.2 Aktivitas Utama dalam <i>OOAD</i>	54
Gambar 2.3 Aktivitas Analisis <i>Problem Domain</i>	55
Gambar 2.4 Aktivitas Analisis <i>Application Domain</i>	57
Gambar 2.5 Aktivitas <i>Architectural Design</i>	59
Gambar 2.6 Aktivitas <i>Component Design</i>	62
Gambar 3.1 Diagram Alir 1 Metodologi Penelitian	65
Gambar 3.2 Diagram Alir 2 Metodologi Penelitian	66
Gambar 3.3 Tampilan <i>worksheet Minitab</i>	68
Gambar 3.4 Tampilan <i>Distribution Id Plot</i>	69
Gambar 3.5 Tampilan <i>Session</i>	70
Gambar 3.6 Tampilan <i>Probability Plot</i>	71
Gambar 4.1 Plot Distribusi Normal <i>TTF As Intermediate</i> Kempa 1	82
Gambar 4.2 Plot Distribusi Normal <i>TTF Pondasi Gear Box</i> Kempa 2	83
Gambar 4.3 Plot Distribusi <i>Weibull TTF Screw</i> Kempa 3	84
Gambar 4.4 Plot Distribusi Normal <i>TTF Kopling As Gear Box</i> Kempa4	85
Gambar 4.5 Plot Distribusi <i>Weibull TTF As Intermediate</i> Kempa 5	86
Gambar 4.6 Plot Distribusi Normal <i>TTF Dinding Digester</i> Kempa 6	87
Gambar 4.7 Plot Distribusi <i>Weibull TTF As Screw Press</i> Kempa 7	88
Gambar 4.8 Plot Distribusi Normal <i>TTF As Cyclo Drive</i> Kempa 8	89
Gambar 4.9 Perbandingan <i>Reliability</i> Sebelum dan Sesudah PM Kempa 1	97
Gambar 4.10 Perbandingan <i>Reliability</i> Sebelum dan Sesudah PM Kempa 2	99
Gambar 4.11 Perbandingan <i>Reliability</i> Sebelum dan Sesudah PM Kempa 3	101
Gambar 4.12 Perbandingan <i>Reliability</i> Sebelum dan Sesudah PM Kempa 4	103
Gambar 4.13 Perbandingan <i>Reliability</i> Sebelum dan Sesudah PM Kempa 5	105
Gambar 4.14 Perbandingan <i>Reliability</i> Sebelum dan Sesudah PM Kempa 6	107

Gambar 4.15	Perbandingan <i>Reliability</i> Sebelum dan Sesudah PM Kempa 7	109
Gambar 4.16	Perbandingan <i>Reliability</i> Sebelum dan Sesudah PM Kempa 8	111
Gambar 4.17	<i>Rich Picture</i> Sistem Berjalan	116
Gambar 4.18	<i>Rich Picture</i> Sistem Usulan	119
Gambar 4.19	<i>Cluster</i> Barang	119
Gambar 4.20	<i>Cluster</i> Dokumen	120
Gambar 4.21	<i>Class Diagram</i>	121
Gambar 4.22	<i>Statechart</i> Karyawan Pabrik	122
Gambar 4.23	<i>Statechart</i> Mesin	123
Gambar 4.24	<i>Statechart</i> Komponen	124
Gambar 4.25	<i>Statechart</i> Laporan Kerusakan	124
Gambar 4.26	<i>Statechart</i> Kerusakan Mesin	125
Gambar 4.27	<i>Use Case Diagram</i>	127
Gambar 4.28	<i>Sequence Login</i>	131
Gambar 4.29	<i>Sequence Entry</i> Kerusakan	131
Gambar 4.30	<i>Sequence</i> Hitung <i>MTTF</i>	132
Gambar 4.31	<i>Sequence View</i> Kerusakan	132
Gambar 4.32	<i>Sequence</i> Cek Stok Komponen	133
Gambar 4.33	<i>Sequence Update</i> Komponen	133
Gambar 4.34	<i>Sequence Update</i> Mesin	134
Gambar 4.35	<i>Sequence</i> Cetak Laporan	134
Gambar 4.36	<i>Navigation Diagram</i> untuk Kepala Dinas	136
Gambar 4.37	<i>Navigation Diagram</i> untuk Operator Mesin	137
Gambar 4.38	<i>Window Login</i>	138
Gambar 4.39	<i>Window Login</i> Kepala Dinas	139
Gambar 4.40	<i>Window Login</i> Operator Pabrik	139
Gambar 4.41	<i>Window Entry</i> Kerusakan	140
Gambar 4.42	<i>Window Entry</i> Kerusakan Setelah Hitung	141
Gambar 4.43	<i>Window Database</i> Mesin	141
Gambar 4.44	<i>Window Database</i> Komponen	142
Gambar 4.45	<i>Window</i> Laporan Kerusakan	143
Gambar 4.46	<i>Window Downtime Record</i>	144
Gambar 4.47	<i>Component Diagram</i>	148
Gambar 4.48	<i>Deployment Diagram</i>	149
Gambar 4.49	<i>Gantt Chart</i> Penerapan Sistem	150

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Struktur organisasi perusahaan	L.155

DAFTAR PUSTAKA

- Assauri, Sofjan. (1999). *Manajemen Produksi dan Operasi*. Edisi Revisi. Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Jakarta.
- Ebeling, E. Charles. (1997). *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. International Edition. McGraw Hill, Singapore.
- Ireson, W. Grant., Coombs, Jr, Clyde F., Moss, Richard Y. (1996). *Handbook of Reliability Engineering and Management*. Second Edition. McGraw Hill, New York.
- Mathiassen, L., Munk-Madsen, A., Nielsen, P. A., Stage, J. (2000). *Object-Oriented Analysis and Design*. Marko, Aalborg.
- McLeod, Jr., Raymond. (2001). *Sistem Informasi Manajemen*. Jilid 1. Edisi Ketujuh. Prenhallindo, Jakarta.
- O'Brien, James A. (2003). *Introduction to Information System*. 11th Edition. McGraw-Hill. Boston.
- O'Connor, Patrick D. T. (2004). *Practical Reliability Engineering. Fourth Edition*. John Wiley and Sons, Inc, New York.
- Saxena, Lawrence. M. Jr. A., Knapp, Gerald M., *Statistical-based or Condition-based preventive maintenance?*, Journal of Quality in Maintenance Engineering. (1995)
- Whitten, J. L., Bentley, L. D., Dittman, K. C. (2004). *Systems Analysis and Design Methods*. McGraw Hill, New York.
- Wignjosobroto, Sritomo. (2003). *Pengantar Teknik & Manajemen Industri*. Edisi Pertama. Guna Widya.