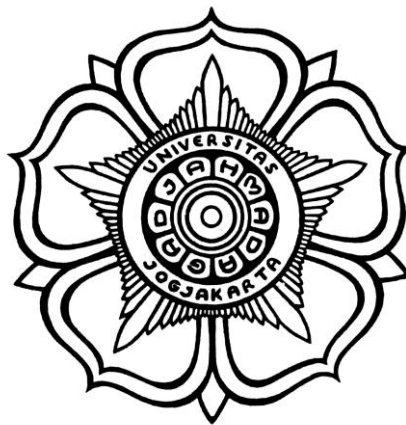


Analisis Sistem Reliability dengan Pendekatan *Reliability Block Diagram*

Reliability System Analysis using Reliability Block Diagram

Tesis



Disusun Oleh:

RIFDA ILAHY ROSIHAN
14/376476/PTK/10179

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS GADJAH MADA
YOGYAKARTA
2018**

TESIS

Analisis Sistem Reliability dengan Pendekatan Reliability Block Diagram

Reliability System Analysis Using Reliability Block Diagram

dipersiapkan dan disusun oleh

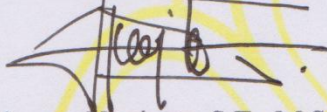
Rifda Ilahy Rosihan
NIM. 14/376476/PTK/10179

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Pada tanggal, 12 Juli 2018

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing Utama

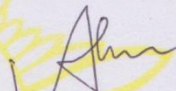


Hari Agung Yuniarto, S.T., M.Sc., Ph.D

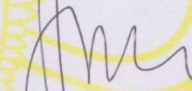
Anggota Dewan Penguji Lain



M. Kusumawan Herliansyah S.T., M.T., Ph.D



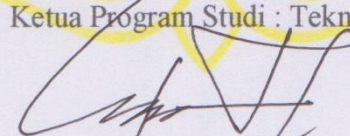
Andi Rahadyan W., S.T., M.Sc., Lic., Ph.D.,



Nur Aini Masrunoh., S.T., M.Sc., Ph.D

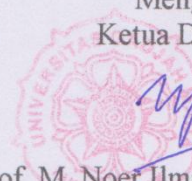

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
Untuk memperoleh gelar Magister

Tanggal, 19 Juli 2018
Ketua Program Studi : Teknik Industri



M. Kusumawan Herliansyah, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 197106241998031001

Mengetahui,
Ketua Departemen

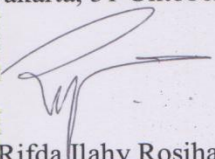


Prof. M. Noer Ilman, S.T., M.Sc., Ph.D
NIP. 196711281995121001

HALAMAN PERNYATAAN

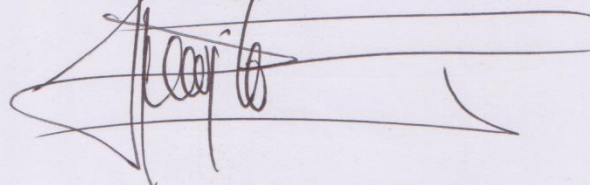
Dengan ini kami menyatakan bahwa dalam Tesis ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Magister di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan kami juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar psutaka.

Yogyakarta, 31 Oktober 2018


Rifda Ilahy Rosihan

14/376476/PTK/10179

Pembimbing,

Hari Agung Yuniarto, S.T., M.Sc., Ph.DNIP. 197206012002121001

HALAMAN PERSEMBAHAN

حَسْبُنَا اللَّهُ وَنِعْمَ الْوَكِيلُ

“Cukuplah Allah menjadi Penolong kami dan Allah adalah sebaik-baik Pelindung” – Q.S. Ali Imran; 173

Tesis ini saya persembahkan untuk

My best support system

Suami dan Anak

Mama, Papa, Mami, Papi, Kakak – kakak, dan adik-adik

Kece Bohay, PasTI Genap 2014, Raisaers, Group Baper

Terima Kasih

KATA PENGANTAR

Tesis dengan judul “Analisa Sistem *Reliability* dengan pendekatan *Reliability Block Diagram*” disusun untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar *Master of Science* pada Program Studi Pascasarjana Teknik Industri, Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada.

Hasil akhir dari tesis ini berupa *scenario-scenario* yang dibangun untuk meningkatkan nilai *reliability* pada sistem berdasarkan *Reliability Block Diagram* yang telah dibentuk. Untuk menyusun *Reliability Block Diagram* digunakan *Software Reliasoft Blocksim*.

Penyusunan tesis dimulai dari bab pendahuluan yang berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, serta manfaat penelitian. Bagian kedua adalah tinjauan pustaka yang berisi penjelasan mengenai perkembangan penelitian yang berkaitan dengan metode *reliability system* dan *Reliability Block Diagram*. Bab selanjutnya adalah dasar teori yang mendukung penelitian. Bagian keempat berisi langkah-langkah penelitian yang dikerjakan untuk pembentukan *Reliability Block Diagram* dan untuk meningkatkan nilai *reliability system* pada perusahaan. Hasil dan pembahasan dijelaskan pada bagian selanjutnya. Tesis ini diakhiri dengan kesimpulan dan saran untuk penelitian selanjutnya.

Penulis menyadari dalam penulisan tesis ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Penulis berharap semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi pembaca, pihak-pihak terkait, dan masyarakat pada umumnya.

Yogyakarta, Juli 2018

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmat yang diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Analisa Sistem *Reliability* dengan pendekatan *Reliability Block Diagram*”. Banyak sekali dukungan, doa, dan bantuan yang penulis dapatkan untuk menyelesaikan tesis ini. Karena itu dalam kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, barokah dan kasih sayang yang tiada putus kepada hamba-hambaNya
2. Suami penulis, Aziz Nurrochman atas segala doa, kesabaran, dukungan, dan bantuannya selama ini.
3. Anak penulis, Azka Hasani N yang selalu menjadi penyemangat dan memberi motivasi kepada penulis. Terima kasih nak atas kesabaran dan pengertian mu, kamu adalah alasan mama untuk selalu maju. Setelah ini kita bisa selalu bersama dan main bareng.
4. Mama, Papa, Bapak Dr. Drs. Rozihan, SH., M.Ag dan Ibu Nurul Hikmawati, Mami, Papi, Bapak Sukar dan Ibu Endang Rukmiyanti, serta saudara-saudaraku mas Reza, mas Aries, mbak Riska, mbak Reckta, mas Maryanto, mbak Ratih, dek Revy, dan dek Nopal yang selalu mendukung, mendoakan, dan membantu.
5. Bapak Hari Agung Yuniarto, ST., M.Sc., Ph.D selaku dosen pembimbing akademik dan dosen pembimbing tesis yang telah sabar dalam membimbing penulis dalam menyelesaikan studi dan tesis.
6. Bapak M.K. Herliansyah, S.T., M.T., Ph.D., Bapak Andi Rahadiyan, ST., M.Sc., Lic., Ph.D, dan Ibu Nur Aini Masruroh, ST., M.Sc., Ph.D selaku tim dosen penguji yang telah memberikan masukan-masukan untuk perbaikan tesis.
7. Bapak Profesor Mochammad Noer Iman, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Departemen Teknik Mesin dan Industri Universits Gadjah Mada

8. Bapak M. K. Herliansyah, S.T., M.T., Ph.D, Mbak Maryanti, dan seluruh dosen, staff, serta karyawan Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada.
9. Bapak Dani selaku *supervisor* perusahaan, Bapak Ragil selaku manager *maintenance* perusahaan, Bapak Andri manager HRGA, dan Bapak Encun, terima kasih atas bantuannya dalam pengambilan data.
10. Teman-teman kontrakan “Raisa” yang senantiasa menemani suka duka dan membantu saya selama masa penyelesaian tesis ini. Terimakasih.
11. Teman-teman S2 Teknik Industri UGM, khususnya angkatan Genap 2014, Syifa Fitriani, Argaditia Mawadati, Rizki Ananda, Serifiana, Fedia Restu, Dendra Febriawan, Tio Sampurno, Prasadanto, Taufiq Fada, dan Nugroho Adi yang selalu menghibur, mendukung, dan membantu penulis setiap waktu.
12. Temen- temen “Kece Bohay”, Afi, Uti, Ade, Mawa, Anin, Tini, Mami Miranti, Suci, Desi, Sinta Jamu, Rani, Icha, terima kasih atas *support* nya.
13. Teman-teman “Group Baper” Sebeh Taufiq, Dendra, terima kasih untuk kekonyolan kalian selama ini.
14. Teman-teman Pascasarjana Teknik Industri yang lain yang belum tertulis disini yang selalu menghibur, mendukung, dan membantu penulis setiap waktu.
15. Semua pihak yang telah membantu penyelesaian tesis ini.

Semoga Allah SWT selalu mencurahkan nikmat dan karunia-Nya kepada seluruh pihak yang telah membantu penulis selama penyelesaian tesis ini.

Yogyakarta, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR NOTASI.....	xx
INTISARI	xxi
ABSTRACK	xxii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Asumsi dan Batasan	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
BAB III DASAR TEORI	15
3.1 <i>Maintenance</i> (Perawatan).....	15
3.1.1 Definisi Perawatan	15

3.1.2	Jenis – Jenis Perawatan	16
3.2	<i>Reliability</i>	18
3.3	Fungsi Kepadatan <i>Probabilitas</i>	20
3.4	Fungsi Distribusi Kumulatif	20
3.5	Fungsi Keandalan	20
3.6	Fungsi Laju Kerusakan	21
3.7	Fungsi Distribusi Statistik	24
3.7.1	Fungsi Distribusi Normal	24
3.7.2	Fungsi Distribusi Eksponensial	25
3.7.3	Fungsi Distribusi Weibull	25
3.8	<i>Reliability Block Diagram</i>	27
3.9	<i>Reliability Important</i>	30
3.9.1	<i>Reliasoft's Failure Criticality Index (RS FCI)</i>	31
3.10	<i>Optimized Reliability Allocation</i>	32
3.11	<i>Software Reliasoft Blocksim</i>	32
BAB IV METODE PENELITIAN		31
4.1	Objek dan Lokasi Penelitian	31
4.2	Alat yang digunakan	31
4.3	Tahapan Penelitian	31
4.3.1	Pengumpulan Data	33
4.3.2	Pengolahan Data	34
4.3.2.1	Mengidentifikasi dan menentukan sistem	34
4.3.2.2	Menentukan Pola Distribusi	35
4.3.2.3	Menentukan parameter Distribusi	35

4.3.2.4	Menyusun <i>Functional Block Diagram</i>	35
4.3.2.5	Membentuk RBD	35
4.3.2.6	Menghitung nilai <i>Reliability</i>	36
4.3.2.7	Menentukan <i>Reliability Importance</i>	36
4.3.2.8	Menentukan <i>Target reliability</i>	37
4.3.2.9	<i>Reliability Analysis</i>	37
4.3.2.10	Membuat <i>Scenario</i>	37
4.3.2.11	<i>Improvement Reliability</i> (Penentuan Kebijakan)	38
4.3.3	Kesimpulan.....	38
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN		39
5.1	Pengumpulan Data	39
5.2	<i>System Extrusion</i>	42
5.3	Menentukan Distribusi dan Parameter Distribusi masing-masing Komponen.....	44
5.3.1	<i>Sub System Looping</i>	44
5.3.2	<i>Sub System Extruder 90</i>	46
5.3.3	<i>Sub System Extruder 70</i>	49
5.3.4	<i>Microwave 1</i>	51
5.3.5	<i>Microwave 2</i>	54
5.3.6	<i>Oven 1</i>	57
5.3.7	<i>Oven 2</i>	60
5.3.8	<i>Oven 3</i>	63
5.3.9	<i>Cooling Batch</i>	65
5.3.10	<i>Pulling</i>	68

5.3.11	<i>Breaking</i>	71
5.3.12	<i>Bending</i>	73
5.3.13	<i>Cutting</i>	76
5.4	Menyusun <i>Funtional Block Diagram</i>	79
5.5	Menyusun <i>Reliability Block Diagram</i> dan Menghitung <i>Reliability</i>	80
5.6	<i>Reliability Allocation</i>	81
5.6.1	<i>Reliability Allocation</i> mesin <i>Cooling Batch</i>	83
5.6.2	<i>Reliability Allocation</i> mesin <i>Microwave 2</i>	84
5.6.3	<i>Reliability Allocation</i> mesin <i>Microwave 1</i>	85
5.6.4	<i>Reliability Allocation</i> mesin <i>Ext 90</i>	86
5.6.5	<i>Reliability Allocation</i> mesin <i>Ext 70</i>	88
5.6.6	<i>Reliability Allocation</i> mesin <i>Cutting</i>	89
5.6.7	<i>Reliability Allocation</i> mesin <i>OVEN 2</i>	90
5.6.8	<i>Reliability Allocation</i> mesin <i>Bending</i>	91
5.6.9	<i>Reliability Allocation</i> mesin <i>Pulling</i>	93
5.6.10	<i>Reliability Allocation</i> mesin <i>Breaking</i>	93
5.6.11	<i>Reliability Allocation</i> mesin <i>Looping</i>	94
5.6.12	<i>Reliability Allocation</i> mesin <i>OVEN 3</i>	95
5.6.13	<i>Reliability Allocation</i> mesin <i>OVEN 1</i>	96
5.7	<i>Improvement Reliability (Scenario)</i>	97
5.7.1	Kondisi Awal.....	98
5.7.2	Perlakuan 1	99
5.7.3	Perlakuan 2	101
5.7.4	Perlakuan 3	109

BAB VI PENUTUP	121
6.1 Kesimpulan.....	121
6.2 Saran.....	122
DAFTAR PUSTAKA	123
LAMPIRAN.....	127

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Data Kerusakan Mesin PT. X.....	3
Gambar 3.1. Siklus hidup sistem	22
Gambar 3.2 Model susunan Seri	28
Gambar 3.3 Model susunan Paralel	29
Gambar 3.4 Model Rangkaian seri – paralel.....	30
Gambar 4.1 Tahapan Penelitian	32
Gambar 4.2 Grafik <i>Reliability Importance</i>	37
Gambar 5.2 <i>Static Reliability Importance</i> mesin <i>Looping</i>	46
Gambar 5.3 <i>Static Reliability Importance</i> Mesin <i>Extruder 90</i>	49
Gambar 5.4 <i>Static Reliability Importance</i> Mesin <i>Extruder 70</i>	51
Gambar 5.5 <i>Static Reliability Importance</i> Mesin <i>Microwave 1</i>	54
Gambar 5.6 <i>Static Reliability Importance</i> Mesin <i>Microwave 2</i>	57
Gambar 5.7 <i>Static Reliability Importance</i> Mesin <i>Oven 1</i>	60
Gambar 5.8 <i>Static Reliability Importance</i> Mesin <i>Oven 2</i>	62
Gambar 5.9 <i>Static Reliability Importance</i> Mesin <i>Oven 3</i>	65
Gambar 5.10 <i>Static Reliability Importance</i> Mesin <i>Cooling Batch</i>	68
Gambar 5.11 <i>Static Reliability Importance</i> Mesin <i>Pulling</i>	70
Gambar 5.12 <i>Static Reliability Importance</i> Mesin <i>Breaking</i>	73
Gambar 5.13 <i>Static Reliability Importance</i> Mesin <i>Bending</i>	75
Gambar 5.14 <i>Static Reliability Importance</i> Mesin <i>Cutting</i>	78
Gambar 5.15 <i>Funtional Block Diagram</i> Proses <i>Extrussion</i>	79
Gambar 5.16 <i>Reliability Block Diagram</i> Proses <i>Extrussion</i>	80
Gambar 5.17 <i>Freed Report</i> Mesin <i>Microwave</i>	102

Gambar 5.18 <i>Existing Model</i> mesin <i>Microwave 2</i>	103
Gambar 5.19 Perubahan Model Mesin <i>Microwave 2</i>	103
Gambar 5.20 Spesifikasi Komponen Generator.....	105
Gambar 5.21 Spesifikasi Komponen Magnetron	105
Gambar 5.22 Spesifikasi Komponen Blower	106
Gambar 5.23 Nilai <i>Reliability</i> , <i>Mean Life</i> , <i>Failure Rate</i> , dan <i>Reliable Life</i> pada RBD Level Mesin.....	109
Gambar 5.24 <i>Static RI vs Time</i> untuk RBD Level Mesin	111

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Posisi Penelitian	11
Tabel 5.1 Data Kerusakan Mesin	40
Tabel 5.2 <i>Preventive Maintenance</i>	41
Tabel 5.3 Distribusi dan Parameter Distribusi <i>Sub system looping</i>	44
Tabel 5.4 Distribusi dan Parameter Distribusi masing-masing Komponen <i>Looping</i>	45
Tabel 5.5 Distribusi dan Parameter Distribusi Mesin <i>Extruder 90</i>	47
Tabel 5.6 Distribusi dan Parameter Distribusi Komponen pada Mesin <i>Extruder 90</i>	47
Tabel 5.7 Distribusi dan Parameter Distribusi Mesin <i>Extruder 70</i>	49
Tabel 5.8 Distribusi dan Parameter Distribusi Komponen pada Mesin <i>Extruder 70</i>	50
Tabel 5.9 Distribusi dan Parameter Distribusi Mesin <i>Microwave 1</i>	52
Tabel 5.10 Distribusi dan Parameter Distribusi Komponen pada Mesin <i>Microwave 1</i>	53
Tabel 5.11 Distribusi dan Parameter Distribusi Mesin <i>Microwave 2</i>	54
Tabel 5.12 Distribusi dan Parameter Distribusi Komponen pada Mesin <i>Microwave 2</i>	55
Tabel 5.13 Distribusi dan Parameter Distribusi Mesin <i>Oven 1</i>	58
Tabel 5.14 Distribusi dan Parameter Distribusi Komponen pada Mesin <i>Oven 1</i>	59
Tabel 5.15 Distribusi dan Parameter Distribusi Mesin <i>Oven 2</i>	61

Tabel 5.16 Distribusi dan Parameter Distribusi Komponen pada Mesin <i>Oven 2</i>	61
Tabel 5.17 Distribusi dan Parameter Distribusi Mesin <i>Oven 3</i>	63
Tabel 5.18 Distribusi dan Parameter Distribusi Komponen pada Mesin <i>Oven 3</i>	64
Tabel 5.19 Distribusi dan Parameter Distribusi Mesin <i>Cooling Batch</i>	66
Tabel 5.20 Distribusi dan Parameter Distribusi Komponen pada Mesin <i>Cooling Batch</i>	67
Tabel 5.21 Distribusi dan Parameter Distribusi Mesin <i>Pulling</i>	68
Tabel 5.22 Distribusi dan Parameter Distribusi Komponen pada Mesin <i>Pulling</i>	69
Tabel 5.23 Distribusi dan Parameter Distribusi Mesin <i>Breaking</i>	71
Tabel 5.24 Distribusi dan Parameter Distribusi Komponen pada Mesin <i>Breaking</i>	72
Tabel 5.25 Distribusi dan Parameter Distribusi Mesin <i>Bending</i>	73
Tabel 5.26 Distribusi dan Parameter Distribusi Komponen pada Mesin <i>Bending</i>	74
Tabel 5.27 Distribusi dan Parameter Distribusi Mesin <i>Cutting</i>	76
Tabel 5.28 Distribusi dan Parameter Distribusi Komponen pada Mesin <i>Cutting</i>	77
Tabel 5.29 <i>Reliability</i> Proses <i>Extrusion</i>	81
Tabel 5.30 <i>Reliability Allocation</i> Sistem <i>Extrusion</i> selama 100 jam	82
Tabel 5.31 <i>Reliability Allocation</i> Sistem <i>Extrusion</i> pada masing – masing Mesin selama 100 jam	82
Tabel 5.32 <i>Reliability</i> <i>Cooling Batch</i> selama 100 jam.....	83

Tabel 5.33 <i>Reliability Allocation Sistem Cooling Batch</i>	
selama 100 jam untuk masing-masing Komponen.....	83
Tabel 5.34 <i>Reliability Microwave 2</i> selama 100 jam.....	84
Tabel 5.35 <i>Reliability Allocation Sistem Microwave 2</i>	
selama 100 jam untuk masing-masing Komponen.....	84
Tabel 5.36 <i>Reliability Microwave 1</i> selama 100 jam.....	85
Tabel 5.37 <i>Reliability Allocation Sistem Microwave 1</i>	
selama 100 jam untuk masing-masing Komponen.....	86
Tabel 5.38 <i>Reliability Ext 90</i> selama 100 jam.....	87
Tabel 5.39 <i>Reliability Allocation Sistem Ext 90</i>	
selama 100 jam untuk masing-masing Komponen.....	87
Tabel 5.40 <i>Reliability Ext 70</i> selama 100 jam.....	88
Tabel 5.41 <i>Reliability Allocation Sistem Ext 70</i>	
selama 100 jam untuk masing-masing Komponen.....	88
Tabel 5.42 <i>Reliability Cutting</i> selama 100 jam.....	89
Tabel 5.43 <i>Reliability Allocation Sistem Cutting</i>	
selama 100 jam untuk masing-masing Komponen.....	90
Tabel 5.44 <i>Reliability Oven 2</i> selama 100 jam	91
Tabel 5.45 <i>Reliability Allocation Sistem Oven 2</i>	
selama 100 jam untuk masing-masing Komponen.....	91
Tabel 5.46 <i>Reliability Bending</i> selama 100 jam.....	92
Tabel 5.47 <i>Reliability Allocation Sistem Bending</i>	
selama 100 jam untuk masing-masing Komponen.....	92
Tabel 5.48 <i>Reliability Pulling</i> selama 100 jam	93

Tabel 5.49 <i>Reliability Allocation</i> Sistem <i>Pulling</i> selama 100 jam untuk masing-masing Komponen.....	93
Tabel 5.50 <i>Reliability Allocation</i> Sistem <i>Breaking</i> selama 100 jam untuk masing-masing Komponen.....	94
Tabel 5.51 <i>Reliability Allocation</i> Sistem <i>Looping</i> selama 100 jam untuk masing-masing Komponen.....	95
Tabel 5.52 <i>Reliability</i> Oven 3 selama 100 jam	95
Tabel 5.53 <i>Reliability Allocation</i> Sistem Oven 3 selama 100 jam untuk masing-masing Komponen.....	96
Tabel 5.54 <i>Reliability</i> Oven 1 selama 100 jam	97
Tabel 5.55 <i>Reliability Allocation</i> Sistem Oven 1 selama 100 jam untuk masing-masing Komponen.....	97
Tabel 5.56 Hasil Simulasi <i>Existing Model</i>	98
Tabel 5.57 Hasil Simulasi dengan Penambahan <i>Repairing Time</i>	100
Tabel 5.58 Hasil Simulasi dengan Penambahan Komponen pada mesin <i>Microwave 2</i>	106
Tabel 5.59 <i>Reliability</i> Sistem pada Level Mesin	110
Tabel 5.60 <i>Reliability Allocation</i> pada Level Mesin.....	110
Tabel 5.61 Hasil Simulasi pada Level Mesin.....	111
Tabel 5.62 Hasil Simulasi dengan Penambahan <i>Repairing Time</i> dan <i>Preventive Maintenance</i>	113
Tabel 5.63 Hasil Perhitungan Interval Pemeriksaan	114
Tabel 5.64 Hasil Simulasi dengan Penambahan <i>Repairing Time</i> dan Perubahan <i>Preventive Maintenance</i>	116

Tabel 5.65 Hasil Simulasi dengan Penambahan <i>Repairing Time</i> dan Perubahan <i>Preventive Maintenance</i> (dua minggu sekali)	118
Tabel 5.66 Rekap Tiga <i>Scenario</i>	119
Tabel 5.67 Rekap Nilai <i>Reliability</i> pada Level Mesin dan Level Komponen.....	120

DAFTAR NOTASI

$D(tp)$	= probabilitas total downtime per unit waktu untuk pergantian komponen
$F(t)$	= menyatakan fungsi distribusi kumulatif
$F(tp)$	= fungsi kepadatan peluan dari data kerusakan
I_{Ri}	= <i>Reliability Importance</i>
$I_r(t)$	= <i>Time dependent reliability importance</i>
$M(tp)$	= nilai panjang siklus kerusakan jika pergantian diperbaikandilakukan
R	= reliability
$R(t)$	= fungsi keandalan
$R(tp)$	= probabilitas terjadinya siklus pencegahan
RBD	= <i>Reliability Block Diagram</i>
RI	= <i>Reliability Importance</i>
R_i	= keandalan komponen
R_n	= <i>reliability</i> pada urutan ke n
R_p	= <i>reliability</i> paralel
R_s	= <i>reliability</i> seri
R_{si}	= keandalan sistem
$RS FCI_i$	= <i>ReliaSoft Failure Criticality Index</i>
μ	= nilai rata-rata
Tf	= waktu untuk melakukan perbaikan
tp	= interval pergantian pencegahan
Tp	= waktu untuk melakukan pergantian
α	= standard deviasi
β	= parameter bentuk (<i>beta</i>)
γ	= <i>location paramete, gamma</i> (parameter lokasi)
η	= <i>scale parameter, eta</i> (parameter skala)
Γ	= fungsi gamma yang nilainya didapatkan dari tabel fungsi gamma
$f(t)$	= fungsi kepadatan kemungkinan
$\lambda(t)$	= laju kerusakan

INTISARI

Ketatnya persaingan yang terjadi di dunia industri terutama di industri otomotif mengakibatkan perusahaan berlomba-lomba untuk menghasilkan hasil terbaik dan mencegah timbulnya downtime mesin yang mengakibatkan turunnya *performance* dan mengurangi waktu produksi. Downtime dan *performance* mesin berkaitan dengan *reliability* dan *availability*. Rendahnya tingkat *reliability* suatu sistem dapat mengakibatkan timbulnya *downtime*. Sedangkan rendahnya *availability* dapat mengakibatkan turunnya *performance* dari suatu sistem karena banyaknya *waste time*. PT. X merupakan salah satu anak perusahaan dari industri automotive yang menyediakan *spare part* untuk perusahaan inti. PT. X memiliki proses inti dalam proses produksi dan merupakan spesialis dari PT. X yakni proses *extrusion*. Sistem *extrusion* pada PT. X ini berbentuk *continuous process*, apabila salah satu komponen pada mesin mengalami kerusakan/kegagalan akan menyebabkan terhentinya proses sehingga fungsi sistem terganggu. Terdapat lima belas mesin yang tersusun secara seri pada proses *extrusion*, yakni *uncoiler*, *welding*, *looping*, *extruder 90*, *Extruder 70*, *microwave 1*, *microwave 2*, *Oven 1*, *Oven 2*, *Oven 3*, *cooling batch*, *breaking*, *bending*, *pulling*, dan *cutting*. Masing-masing dari mesin tersebut memiliki komponen inti dan keterkaitan antara mesin hingga level komponen digambarkan dalam gambaran logis dengan menggunakan *Reliability Block Diagram*. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah memodelkan sistem dengan menggunakan metode *Reliability Block Diagram*, mengetahui *reliability* dari keseluruhan *system*, mengetahui *reliability* dari masing-masing *sub-system* (mesin), mengetahui *critically equipment* dari *reliability analysis*. Data yang diolah merupakan data kerusakan mesin dari tahun 2006-2017, kemudian data tersebut diolah untuk menentukan *reliability* dari masing-masing komponen kemudian membentuk *scenario* untuk dilakukan perbaikan nilai *reliability*. Dari hasil *scenario* tersebut dipilih *scenario* dengan melihat nilai *reliability* dan *availability* yang mengalami peningkatan yakni *scenario 2* dengan nilai *reliability* sistem adalah 2,27%. dengan *running time* 50 jam Software yang digunakan dalam memodelkan dan menghitung *reliability* adalah *Software Reliasoft Blocksim 11*. Hasil dari penelitian ini adalah nilai *reliability* untuk level komponen adalah 0,00416 dan *reliability* untuk perhitungan level mesin adalah 0,431407 t = 100 jam.

Kata Kunci: *Availability, Reliability, Reliability Analysis, Reliasoft Blocksim, Reliability Block Diagram*

ABSTRACT

The competition that occurs in the world industry especially in the automotive industry resulted in companies to produce the best results and prevent downtime machine that decreased performance and reduce production time. Downtime and performance related to reliability and availability. The low level of reliability of a system that effect in downtime. While the low availability can lead to the decline in performance of a system due to the amount of waste time. PT. X is one of the subsidiaries of the automotive industry that provides spare parts for core companies. PT. X has a core process in the production process and is a specialist of extrusion process. Extrusion system at PT. X is in the form of continuous process, if one of the components on the machine damage/failure it will effect the process so that system function is disrupted. There are fifteen machines arranged in series in the extrusion process, i.e. uncoiler, welding, looping, extruder 90. Extruder 70, microwave 1, microwave 2, Oven 1, Oven 2, Oven 3, cooling batch, breaking, bending, pulling, and cutting. Each of these machines has a core component and the linkage between the machine to the component level is illustrated in the logical diagram by Reliability Block Diagram. The purpose of this research is to model the system using Reliability Block Diagram method, know the reliability of the whole system, know the reliability of each sub-system (machine), know the critically equipment of reliability analysis. Processed data is data breakdown machine at 2006-2017, then the data is processed to determine the reliability of each component then form a scenario to improve the reliability value. Scenario 2 give the best result than the others with the value of system reliability is 2.27%. with running time 50 hours Software Reliasoft Blocksim 11 is software to make Reliability Block Diagram. The result of this research is reliability value for component level is 0,00416 and reliability for machine level calculation is 0,431407 $t=100$ hours.

Keyword: Availability, Reliability, Reliability Analysis, Reliasoft Blocksim, Reliability Block Diagram

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

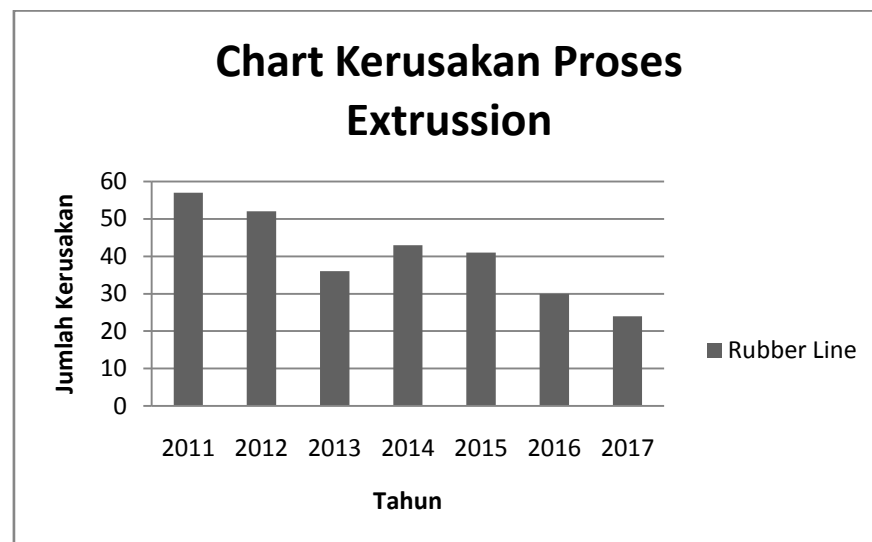
Kinerja (*performance*) dari suatu mesin/peralatan bergantung pada *reliability* dan *availability*, peralatan yang digunakan, proses operasi dan keahlian operator dalam menjalankan mesin, dan lain – lain. Apabila *reliability* dan *availability* rendah, maka *performance* dari sistem tersebut rendah. Untuk meningkatkan nilai *reliability* dan *availability* dilakukan penurunan laju kegagalan atau meningkatkan efektifitas perbaikan dari masing – masing komponen. Ukuran *reliability* dan *availability* dapat dinyatakan sebagai seberapa besar kemungkinan suatu sistem tidak akan mengalami kegagalan dalam waktu tertentu, seberapa lama suatu sistem akan beroperasi dalam waktu tertentu, dan berapa cepat waktu yang dibutuhkan untuk memulihkan kondisi sistem dari kegagalan yang terjadi (Yuhelson, 2010). *Reliability* dan *availability* merupakan salah satu hal penting dalam kelangsungan hidup perusahaan. Adanya *downtime* seringkali menyebabkan kerugian, baik pada perusahaan maupun lingkungan sekitar. *Downtime* terjadi dikarenakan adanya *failure* pada peralatan sehingga sistem tidak berjalan dengan optimal (Soleimani et.al, 2014). Timbulnya *downtime* pada sistem disebabkan oleh *failure* pada komponen sehingga sistem tidak berjalan dengan semestinya. Oleh karena itu diperlukan analisa *reliability* untuk meningkatkan *performance* sistem untuk mencegah timbulnya kegagalan yang tidak diprediksi, *unavailable* komponen, dan *shutdown* secara tiba-tiba.

Penentuan komponen kritis pada sistem dapat dilakukan dengan menggunakan FMEA, seperti yang telah dilakukan oleh Dewangan, et.al (2014) dimana komponen yang memiliki nilai *critical index* lebih dari enam maka akan masuk kedalam komponen kritis. Selain dengan pendekatan FMEA, penentuan komponen kritis dapat pula dilakukan dengan pendekatan *Reliability Block Diagram* dengan penentuan *Reliability Importance* untuk mendapatkan komponen yang memiliki pengaruh dalam penentuan nilai *reliability* yang rendah.

Reliability Block Diagram (RBD) adalah teknik analisis grafis yang menunjukkan bagaimana keandalan komponen berkontribusi terhadap keberhasilan atau kegagalan sistem yang kompleks. RBD digambarkan pada sebuah rangkaian blok yang dihubungkan secara seri atau paralel. Masing-masing blok mewakili sistem atau komponen dengan tingkat kegagalannya masing-masing, dimana rangkaian seri menyatakan logika “and” sehingga apabila satu komponen atau sistem gagal maka seluruh sistem akan gagal. Sebaliknya pada rangkaian paralel baru akan mengalami kegagalan apabila seluruh sistem atau komponen gagal (Mokhtar, et.al., 2011). RBD menggambarkan keterkaitan antara sistem, sub-sistem, dan komponen. Gambaran sistem dengan menggunakan RBD memudahkan dalam menunjukkan komponen atau sub-system mana yang memiliki pengaruh besar pada nilai *reliability* sistem. Dalam memodelkan RBD terdapat berbagai macam metode, yakni *analytical* dan *simulation*. Menurut Kumar, et.al (2013) *analytical method* menggunakan formulasi *mathematical* yang kompleks sehingga untuk model sistem yang besar dan kompleks jarang digunakan. Salah satu *tools* atau pendekatan *simulation* pada pemodelan RBD adalah *Reliasoft Blocksim*. *Software Reliasoft Blocksim* mampu memodelkan, menganalisis, sampai mensimulasikan model RBD. *Software Reliasoft Blocksim* menampilkan gambaran grafis yang *fleksibel* yang mendukung beragam konfigurasi dari RBD, yakni *reliability*, *maintainability*, *availability*, dan *resources allocation* (Rajput, et. al, 2015). *Software Reliasoft Blocksim* dapat menggambarkan blok – blok menjadi sebuah *Reliability Block Diagram* (RBD) untuk mewakili keseluruhan sistem dan menganalisa diagram untuk menentukan fungsi keandalan keseluruhan sistem. Selanjutnya *Software Reliasoft Blocksim* dapat menentukan komponen kritis beserta indeks kekritisannya. *Software Reliasoft Blocksim* dapat digunakan untuk membuat perhitungan statistik dan membuat plot, untuk melakukan analisis “*what-if*” dan untuk menentukan optimalisasi keandalan sistem yang kita tentukan (Sunderam, et.al, 2011).

PT. X yang merupakan anak perusahaan otomotif yang menyediakan *spare part*. PT. X berusaha menjaga hubungan baik dengan Perusahaan inti dan

berusaha bersaing dengan supplier – supplier lain sehingga PT. X berusaha meningkatkan performa dari perusahaan. PT. X merupakan salah satu anak perusahaan yang memiliki *spesialisasi* pada proses *extrusion*. Proses *extrusion* merupakan proses awal dan proses inti pada proses produksi. Selama ini perhitungan yang dilakukan oleh perusahaan adalah perhitungan *effectifitas* mesin dalam memproduksi produk, sedangkan untuk perhitungan *availability* pada mesin, *reliability* mesin belum dilakukan sehingga timbulnya *downtime* mesin sering kali terjadi. Pengecekan dan *preventive maintenance* pada mesin dilakukan satu bulan sekali. *Preventive maintenance* yang dilakukan satu bulan sekali berupa pengecekan seperti *noise* pada mesin, *abnormal temperature*, *abnormal pressure*, dan lain-lain. Oleh karena itu, dilakukan penelitian untuk menghitung nilai *reliability* pada mesin pada proses *extrusion* guna mengurangi adanya kerusakan, meningkatkan *reliability* mesin, dan *availability*. Setelah dilakukan pengamatan, didapatkan data kerusakan pada *rubber line* proses *extrusion* pada tahun 2011-2017.



Gambar 1.1 Data Kerusakan Mesin PT. X

Dari Gambar 1.1 menunjukkan bahwa kerusakan pada proses *extrusion* dari tahun 2011 sampai dengan 2017. Frekuensi kerusakan yang terjadi pada proses *extrusion* pada *rubber line* mengalami penurunan dari tahun 2011 dan kemudian

berfluktuasi, meningkat pada tahun 2014 tetapi peningkatan tersebut tidak seperti pada tahun 2011.

Adanya tingkat kerusakan pada *rubber line* yang *fluktuatif* dan sering terjadi kerusakan pada mesin, maka akan dilakukan analisa *reliability* sistem, yakni melakukan perhitungan nilai *reliability* pada sistem yang kemudian dilanjutkan dengan penentuan komponen yang memiliki pengaruh pada pencapaian nilai *reliability* dengan melakukan analisa *realibility* dengan merumuskan *reliability importance* yang kemudian akan digambarkan dalam diagram chart komponen yang memiliki pengaruh pada keandalan sistem. Proses pengolahan data dibantu dengan menggunakan *software Reliasoft Blocksim*

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah dibahas sebelumnya, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana mempertahankan atau meningkatkan keandalan sistem dan memaksimalkan penggunaan *software reliasoft blocksim* dalam mempertahankan keandalan sistem

1.3 Asumsi dan Batasan

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Penelitian dilakukan di Pabrik PT. X
2. *Tool* yang digunakan dalam analisa sistem adalah *reliasoft Blocksim*.
3. Penelitian ini dilakukan pada bagian produksi pada proses *Extrussion*

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan perumusan masalah yang telah dijabarkan sebelumnya, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Memodelkan *existing* sistem dengan menggunakan *Reliability Block Diagram* dengan menggunakan *software Reliasoft Blocksim*
2. Meningkatkan kehandalan sistem dengan membangun beberapa *scenario*

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan mampu menggambarkan sistem secara menyeluruh dan mengetahui relasi antar sistem sehingga mengetahui komponen atau sistem mana yang berpengaruh pada sistem jika sistem mengalami *failure*. Disamping itu, perusahaan mengetahui kebijakan *maintenance* untuk meningkatkan nilai *reliability*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Reliability merupakan ukuran dari seberapa besar kemungkinan suatu sistem tidak akan mengalami kegagalan dalam waktu tertentu, berapa lama suatu sistem akan beroperasi dalam waktu tertentu, dan berapa cepat waktu yang dibutuhkan untuk memulihkan kondisi sistem dari kegagalan yang terjadi. Jika nilai *reliability* dan *availability* dari suatu sistem tersebut rendah maka usaha untuk meningkatkannya kembali adalah dengan menurunkan laju kegagalan atau meningkatkan efektifitas perbaikan terhadap tiap-tiap komponen atau sistem (Yuhelson et.al, 2010). Penelitian mengenai *reliability* telah dilakukan oleh penelitian sebelumnya, Adhikary et.al. (2011) melakukan penelitian di Perusahaan pembangkit listrik di India dengan tujuan mengetahui subsistem kritis yang berhubungan dengan frekuensi kegagalan, keandalan yang kemudian nilai *Preventive Maintenance* dari susbsistem tersebut mencapai tingkat kepercayaan 75%, 80%, dan 90%. *Reliability analysis* yang dilakukan pada penelitian dihitung untuk mengetahui subsistem kritis setelah melakukan running selama beberapa jam. Kemudian peneliti menerapkan *reliability – based preventive maintenance estimation* dengan tingkat kepercayaan 75%, 80%, dan 90%. Hasil yang didapatkan nilai *availability* dari subsistem terjadi peningkatan setelah diterapkan *preventive maintenance*. Nilai *reliability* berpengaruh pada nilai *availability* yang tinggi. Jika nilai *availability* meningkat maka nilai *reliability* pun mengalami peningkatan. Disamping itu, kinerja (*performance*) dari suatu sistem dipengaruhi oleh *availability* dan *reliability* nya, maka jika nilai dari *availability* mengalami peningkatan kinerja dari suatu sistem mengalami perbaikan.

Peneliti selanjutnya yang juga melakukan penelitian tentang *reliability* adalah Dewangan, et.al (2014) dimana penelitian yang dilakukan yakni analisa *reliability* dengan pendekatan FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*) yang dilakukan di *Thermal Power Plant*. Penelitian ini menggunakan pendekatan

FMEA untuk menentukan *critical equipment*, dimana komponen dengan nilai lebih dari enam akan dianalisis lebih lanjut dengan menggunakan RCM untuk menentukan kebijakan *maintenance*. Hasil yang diberikan setelah diberikan tindakan kebijakan *maintenance* nilai *reliability* menjadi meningkat dan tingkat kegagalan pada komponen *turbine* menurun. Sebelumnya, analisis *reliabilitas* pernah dilakukan oleh Wang, et.al 2002. Wang (2002) membagi sistem dari *power plant* menjadi *generator*, transmisi, dan *functional distribution*. Sistem ini dapat berjalan dengan independen atau kombinasi dari ketiganya. Penelitian ini bertujuan untuk pengembangan suatu metode untuk meningkatkan keandalan pembangkit listrik turbin uap. Pada penelitian ini, konsep *reliability Centered Maintenance* (RCM) digunakan sebagai pedoman untuk menentukan prioritas kebijakan pemeliharaan komponen kritis turbin uap.

Selain menggunakan pendekatan FMEA dan pendekatan *Preventive Maintenance*, penentuan *reliability* pada sistem dapat dilakukan menggunakan *Reliability Block Diagram* (RBD). Penelitian tentang *Reliability Block Diagram* telah dilakukan Conraddi (2015), *Reliability Block Diagram* digunakan untuk menggambarkan sistem yang berjalan pada *rail environment*, yakni di Metrorail. Pada penelitian ini digunakan tiga MC (*Motor Coach*), yakni mesin kereta yang mampu menarik gerbong dengan isi *trailer* dan juga menarik gerbong isi penumpang. *Motor coach* dimodelkan secara seri dan dengan adanya *redundance* pada *traction motors* (TM). TM ini digambarkan dengan sistem *balanced k-out-of-n* yang ditunjukkan pada sistem seri-paralel. Setiap MC diikuti dengan dua TM secara seri. Dimana terjadinya kegagalan pada satu TM akan mematikan pada TM lainnya dalam satu rangkaian. Perhitungan *reliability* pada penelitian ini dilakukan dengan pendekatan *Laplace Trend Test*, dimana pada *Laplace Trend Test* terdapat asumsi bahwa waktu perbaikan tidak signifikan dan kegagalannya tidak tergantung satu sama lain. Hasil dari penelitian ini adalah nilai *reliability* pada MCs tiga adalah rendah. Dari nilai *reliability* yang didapatkan tersebut maka dapat disimpulkan bahwa untuk menentukan penjadwalan *maintenance* pada

kereta dapat dilakukan per-*set* kereta secara terpisah. Jadi waktu *maintenance* untuk satu *set* kereta dapat dilakukan secara berbeda-beda.

Pada tahun 2013, Jaffer, et.al melakukan penelitian pada perusahaan pengolahan aluminium. Penelitian ini memodelkan sistem menggunakan *Reliability Block Diagram* untuk menentukan nilai *reliability* pada sistem dan mengetahui hubungan antar sistem. Pada penelitian ini dibuat skenario untuk mendapatkan kebijakan *maintenance* yang tepat. RBD digunakan untuk memodelkan *existing* model pada sistem. Pembentukan skenario dua dan tiga didasarkan pada FMEA dimana hasil dari FMEA tersebut berupa *critical component* sebagai bahan untuk analisa lebih lanjut untuk mendapatkan nilai *reliability* yang optimal dan merupakan tahap awal dari *Reliability Centered Maintenance* (RCM) sehingga dapat ditentukan kebijakan *maintenance* yang tepat.

Pada penelitian Sunderam & Mohan (2011) *Reliability Block Diagram* digunakan untuk menganalisa *reliability* pada *wind turbine system*. Pada penelitian ini sistem dari *wind turbine* dibagi menjadi tiga level, yakni level sistem, sub-sistem, kemudian komponen. Pada sistem *wind turbine* semua level berpengaruh pada nilai *reliability* sistem. *Tool* yang digunakan dalam memodelkan RBD adalah *Software Reliasoft Blocksim*. Hasil dari penelitian ini berhenti pada pemrolehan nilai *reliability*, MTBF pada sistem *wind turbine*. Fokus pada penelitian ini adalah menggambarkan keseluruhan dari sistem *wind turbine* untuk mendapatkan nilai *reliability* sistem.

Mokhtar, et.al (2016) melakukan penelitian pada *Crude oil transfer pump* pada perusahaan *offshore*. Dimana diketahui *crude oil transfer pump* merupakan salah satu equipment yang sering mengalami kegagalan. Peneliti ingin mengetahui kegagalan yang paling dominan pada *crude oil transfer pump*. Kegagalan ini dimodelkan dengan pendekatan *Reliability Block Diagram*. Namun, sebelumnya untuk mendapatkan tipe kegagalannya, ditentukan dengan tipe kegagalan pada ISO 14224 dan OREDA dimana terdapat lima tipe kegagalan. Dalam

memodelkan RBD ini *tools* yang digunakan adalah *software Reliasoft Blocksim* dimana *software* ini mampu mensimulasikan model RBD yang kemudian dapat mengeluarkan hasil berupa laporan diagram pareto untuk mengetahui tipe kegagalan yang memiliki pengaruh paling besar dalam penentuan nilai *reliability*.

Rajput & Chourey (2015) memodelkan sistem *online shopping* pada tahap awal pengembangan sistem dengan pendekatan *Reliability Block Diagram*. Pada tahap awal pengembangan sangat mungkin untuk memodelkan sistem baru untuk meningkatkan nilai *reliability sistem*. Pada penelitian ini dibentuk dua skenario, skenario pertama yakni *existing model* dan skenario kedua adalah model perbaikan dari skenario pertama. Hasil dari skenario pertama memperlihatkan nilai *prediction reliability sistem* yang kemudian berusaha ditingkatkan dengan membangun skenario kedua. Pada penelitian ini, dibangun dua skenario dimana dua skenario tersebut dibandingkan berdasarkan penambahan sistem *payment* secara paralel. Kedua skenario tersebut dibandingkan dengan menggunakan *reliability allocation* dimana peneliti menentukan *reliability importance* dan *target reliability* untuk mengetahui skenario mana yang memiliki nilai *reliability sistem* yang lebih baik.

Soleimani, et.al (2014) melakukan penelitian pada *Horizontal Drilling Equipment*. Pada penelitian ini dilakukan *reliability allocation* untuk mencapai keandalan sistem yang akan ditentukan. *Reliability allocation* merupakan langkah penting dalam perancangan sistem karena hal ini memungkinkan untuk menentukan nilai *reliability* sistem, sub-sistem, dan komponen sehingga dapat mencapai target *reliability* sistem. Penentuan *critical equipment/weakest component* didapatkan dari perhitungan *reliability importance*, yakni pengukuran *reliability* untuk mengidentifikasi komponen yang paling penting. Dalam memodelkan RBD, peneliti menggunakan *tools software Reliasoft Blocksim*.

Dijelaskan lebih lanjut oleh Laszo (2010) *Reliability Block Diagram* (RBD) merupakan salah satu analisa sistem *reliability*. RBD dapat digunakan untuk menggambarkan keseluruhan sistem pada tingkat komponen atau subsistem

untuk memodelkan seluruh *reliability* dari sistem. RBD juga digunakan untuk mengidentifikasi *weak area* dari sistem, menentukan nilai dari *reliability* yang optimum, perbandingan antara dua desain yang berbeda, dan melakukan analisis *availability* yang mana *reliability* dan *maintainability* masuk didalamnya. Laszo melakukan penelitian pada *heat exchanger* dengan menggunakan *software RAMS*. Metodologi yang diusulkan fokus pada pemeliharaan HEN dengan pertimbangan ketersediaan dan keandalan daripada hanya pada pengoptimalan penjadwalan *cleaning*. Pada penelitian ini semua tipe kegagalan utama diperhitungkan, termasuk kerusakan penukar panas, fouling, dan kebocoran pada *Heat Exchanger*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan pendekatan perangkat lunak *RAMS* mampu menemukan titik lemah dalam pemeliharaan HEN, dan menekankan koreksi kecil yang dapat memperbaiki masalah ini terhadap optimalitas.

Dari uraian penelitian – penelitian sebelumnya, *Reliability Block Diagram* (RBD) memiliki beberapa kelebihan dalam melakukan perhitungan nilai *reliability* (1) RBD mampu memberikan gambaran logis dari sistem, mengenai bagaimana suatu sistem tersebut terhubung secara seri, paralel, atau keduanya. (2) RBD merupakan gambaran logis dari sistem yang digambarkan dalam bentuk blok dimana pada masing – masing blok memiliki nilai *reliability* yang berbeda. (3) RBD merepresentasikan sistem secara nyata dan alami. (4) RBD memberikan informasi yang mudah dipahami dalam bentuk visual. (5) RBD mampu menggambarkan keseluruhan sistem, sub-sistem, sampai pada level komponen. Dalam memodelkan RBD terdapat berbagai macam metode, yakni *analytical* dan *simulation*. Menurut Kumar, et.al (2013) *analytical method* menggunakan formulasi *mathematical* yang kompleks sehingga untuk model sistem yang besar dan kompleks jarang digunakan. Salah satu *tools* atau pendekatan *simulation* pada pemodelan RBD adalah *Reliasoft Blocksim*. *Software Reliasoft Blocksim* mampu memodelkan, menganalisis, sampai mensimulasikan model dari RBD. *Software Reliasoft Blocksim* menampilkan gambaran grafis yang *fleksibel* yang mendukung beragam konfigurasi dari RBD, yakni *reliability*, *maintainability*, *availability*, dan *resources allocation* (Rajput, et. al, 2015). *Software Reliasoft Blocksim* dapat

menggambarkan blok – blok menjadi sebuah *Reliability Block Diagram* (RBD) untuk mewakili keseluruhan sistem dan menganalisa diagram untuk menentukan fungsi keandalan keseluruhan sistem. Selanjutnya *Software Reliasoft Blocksim* dapat menentukan komponen kritis beserta indeks kekritisannya. *Software Reliasoft Blocksim* dapat digunakan untuk membuat perhitungan statistik dan membuat plot, untuk melakukan analisis "*what-if*" dan untuk menentukan optimalisasi keandalan sistem yang kita tentukan (Sunderam, et.al, 2011).

Berdasarkan pada penelitian – penelitian sebelumnya, dalam penelitian ini digambarkan keseluruhan sistem untuk menentukan nilai *reliability* pada sistem dan pendekatan yang digunakan untuk menyelesaikan hal tersebut adalah *Reliability Block Diagram* (RBD) dengan pendekatan *simulation*, yakni menggunakan *Software Reliasoft Blocksim* untuk mempermudah dalam pengolahan, menghemat waktu, dan mampu memodelkan sistem yang kompleks dan besar.

Tabel 2.1 Posisi Penelitian

No	Peneliti	Judul	Tahun	Metode	Objek	Tujuan
				Konvensional		
1	D.D Adhikary, G.K. Bose, S Chattopadhyay, D. Bose, S. Mitra	RAM Investigation of coal fired thermal power plant A case study	2012	Analisis RAM dengan perhitungan manual	<i>Coal Fired Thermal Power Plant</i>	Meneliti karakteristik dari <i>Reliability</i> , <i>Availability</i> , dan <i>Maintainability</i> pada perusahaan pembangkit listrik derdaya 210MW di wilayah Timur India

Tabel 2.1 Posisi Penelitian (lanjutan)

2	D.N. Dewangan, Manoj Kumar Jha, Y.P Banjere	Reliability Investigation of Steam Turbine Used in Thermal Power Plant	2014	<i>Failure Mode Effect Analysis, Reliability Centered Maintenance</i>	Steam Turbine	Menginvestigasi reliability pada steam turbine dengan menggunakan FMEA untuk menemukan komponen kritis yang kemudian dilanjutkan dengan penentuan <i>maintenance policy</i> dengan metode <i>Reliability Centered Maintenance</i>
3	Gnana Sunderam J dan Raj Mohan M	Integrated System-Reliability Analysis for Wind Turbine	2011	Reliability Block Diagram, Reliasoft Blocksिम	<i>Wind Turbine</i>	Mengintegrasikan Sistem Reliability dari <i>wind turbine</i> sehingga didapatkan nilai <i>reliability</i> yang optimal serta mengetahui komponen yang memiliki pengaruh besar paada nilai <i>reliability</i> dalam sistem <i>wind turbine</i>
4	Ainul Akmar Mokhtar, Muhammad Mokri Misren, Masdi Muhammad, dan Hilmi Husein	RAM Analysis of Crude Oil Transfer Pumps Using Dominant Failure Mode	2011	Reliability Block Diagram, Reliasoft Weibull++, Reliasoft Blocksिम	Crude Oil Transfer Pumps	Mengetahui nilai <i>availability</i> dan kinerja sistem pada sistem <i>crude oil</i> serta mengetahui <i>failure mode</i> yang paling mempengaruhi <i>availability</i> pada sistem
5	Bhagat Singh Rajput dan Vaishali Chourey	UML based Approach for System Reliability Assesment	2015	Unified Modelling Language, RBD, Reliasoft Blocksिम	Sistem belanja online	Meningkatkan <i>reliability</i> pada sistem online shopping dengan menggunakan pendekatan RBD

Tabel 2.1 Posisi Penelitian (lanjutan)

6	Morteza Soleimani, Mohammad Pourgol - Mohammad. Ali Rostami, Ahmad Ghanbari	Design for Reliability of Complex System : Case Study of Horizontal Drilling Equipment with Limited Failure Data	2014	Reliability Block Diagram, Blocksim 8	Horizontal Drilling Machine	memberikan metodologi terintegrasi untuk design reliability untuk kompleks sistem dimana data yang dibutuhkan tidak available dan mengestimasi parameter reliability dan optimisasi reliability dari system dengan peningkatan kualitas dari komponen
7	Mohamed Altaf Jaffer, Muthukumar Udaiappan, Tarun Kumar Taisum, dan Saravan Srinivasan	Reliability, Availability, Maintainability Study : A Bussiness Perspective	2013	<i>Reliability Block Diagram, Failure Mode Effect Analysis, Reliability Centered Maintenanc, Reliasoft Weibull++, Reliasoft Blocksim, Reliasoft RCM+</i>	<i>Thermal Power Plant</i>	Menentukan <i>maintenance policy</i> yang tepat pada komponen-komponen kritis dengan menggunakan analisa RCM
8	Laszo Sikos, Jiri Klemes	Reliability, availability, and maintenance optimisation of heat exchanger networks	2010	Reliability Block Diagram, Fault Tree Analysis, RAM Software	Heat Exhanger	mengoptimalkan dan membuat model untuk perawatan dan keandalan Heat Exchanger

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 *Maintenance* (Perawatan)

3.1.1 Definisi Perawatan

Maintenance adalah suatu kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas, mesin dan peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian atau penggantian yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang diharapkan. Secara alamiah tidak ada barang yang dibuat oleh manusia yang tidak bisa rusak. Usia kegunaannya dapat diperpanjang dengan melakukan perbaikan berkala dengan suatu aktivitas yang dikenal dengan istilah perawatan

Pada umumnya, perawatan yang dilakukan memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Memungkinkan tercapainya mutu produk dan kepuasan pelanggan melalui penyesuaian, pelayan dan pengoperasian peralatan secara tepat.
2. Mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan pada saat mesin sedang beroperasi.
3. Memaksimalkan umur kegunaan dari sistem.
4. Memelihara peralatan-peralatan dengan benar sehingga mesin atau peralatan selalu berada pada kondisi tetap siap untuk operasi.
5. Meminimalkan biaya produksi total yang secara langsung dapat dihubungkan dengan service dan perbaikan.
6. Meminimalkan frekuensi dan kuatnya gangguan-gangguan terhadap proses operasi.
7. Memaksimalkan produksi dan sumber-sumber sistem yang ada.
8. Menyiapkan personil, fasilitas dan metodenya agar mampu mengerjakan tugas-tugas perawatan.

3.1.2 Jenis – Jenis Perawatan

Terdapat 6 (enam) kerugian mesin/peralatan yang menyebabkan rendahnya kinerja mesin. Keenam kerugian ini disebut dengan six big losses yang terdiri dari:

- a. Kerusakan peralatan (*equipment failure*)
- b. Persiapan peralatan (*setup and adjustment*)
- c. Gangguan kecil dan menganggur (*idle and minor stoppage*)
- d. Kecepatan rendah (*reduced speed*)
- e. Cacat produk dalam proses (*process defect*)
- f. Hasil rendah (*reduced yield*).

Tetapi usia penggunaan mesin/peralatan tersebut dapat diperpanjang dengan melakukan perbaikan secara berkala melalui aktivitas pemeliharaan (*maintenance*) yang tepat.

Jenis-jenis perawatan antara lain:

a. *Preventive Maintenance*

merupakan perawatan terhadap mesin yang dilakukan secara benar agar mesin dapat dipertahankan dan berfungsi sesuai yang diharapkan.

Tindakan dari *preventive maintenance* salah satunya adalah melakukan pemeriksaan mesin dengan *checklist*. Penentuan *preventive maintenance* dapat dilakukan dengan *age replacement* yang merupakan penentuan interval pergantian komponen

$$D(tp) = \frac{T_p R(tp) + T_f (1 - R(tp))}{(t_p + T_p) R(tp) + M(tp) + T_f (1 - R(tp))} \dots \dots \dots (3.1)$$

Untuk menentukan interval waktu pemeriksaan

1. Rata-rata jumlah kerja perbulan
2. Jumlah kerusakan yang terjadi selama t
3. Waktu rata-rata perbaikan

$$\text{waktu rata – rata perbaikan} = \frac{1}{\frac{MTTR}{\text{rata –rata jam kerja perbulan}}} \dots (3.2)$$

4. Waktu rata-rata pemeriksaan

$$\text{Waktu rata – rata pemeriksaan} = \frac{1}{\frac{\text{rata –rata 1 kali pemeriksaan}}{\text{rata –rata jam kerja perbulan}}} \dots (3.3)$$

5. Rata-rata kerusakan

$$\text{rata - rata kerusakan} = \frac{\text{jumlah kerusakan pada } t}{t} \dots\dots\dots (3.4)$$

6. Frekuensi pemeriksaan

$$\text{frekuensi pemeriksaan} = \sqrt{\frac{\text{rata 2 kerusakan} \times \text{waktu rata 2 pemeriksaan}}{\text{waktu rata 2 perbaikan}}} \dots\dots\dots (3.5)$$

7. Interval waktu pemeriksaan

$$\text{interval waktu pemeriksaan} = \frac{\text{rata 2 jam kerja per bulan}}{\text{frekuensi pemeriksaan}} \dots\dots\dots (3.6)$$

b. *Predictive Maintenance*

merupakan perawatan dengan cara menentukan kehandalan masing-masing komponen dan melakukan penggantian sesuai dengan jadwal kehandalan komponen

c. *Total Productive Maintenance*

adalah membangun sistem pemeliharaan yang menyeluruh untuk mendapatkan manfaat yang paling efisien dengan mengikutsertakan semua orang yang berkaitan dengan mesin/peralatan mulai dari manajer sampai kebawah dengan dasar kegiatan kelompok kecil yang mandiri dengan sasaran total efektifitas, total perawatan dan total partisipasi seluruh karyawan.

d. Perawatan Mandiri

merupakan kegiatan yang dirancang untuk melibatkan operator dalam merawat mesinnya sendiri disamping kegiatan yang dilaksanakan oleh departemen perawatan. Kegiatan tersebut antara lain (Munthe, 2009):

- a. Pengecekan harian
- b. Pembersihan
- c. Pelumasan
- d. Pengencangan mur/baut
- e. Reperasi sederhana
- f. Pendeteksian penyimpangan

3.2 *Reliability*

Keandalan didefinisikan sebagai probabilitas komponen atau sistem akan beroperasi sesuai dengan fungsi yang diharapkan pada suatu periode waktu yang ditentukan dalam kondisi operasi tertentu (Jardine, 1997)

Secara umum istilah “*reliability*” mungkin dapat diartikan dengan “mampu untuk diandalkan”. *Reliability* sendiri berasal dari kata *reliable* yang konon berarti dapat dipercaya (*trusty, consistent, atau honest*). Reliabilitas didasarkan pada teori statistik probabilitas, yang tujuan pokoknya adalah mampu diandalkan untuk bekerja sesuai dengan fungsinya dengan suatu kemungkinan sukses dalam periode waktu tertentu yang ditargetkan. Dalam *Assurance Science*, reliabilitas ini biasa didefinisikan sebagai “*the probability of a product its intended life and under the operating conditions encountered*”. Jelaslah bahwa disini ada empat elemen dasar yang perlu diperhatikan yaitu:

a. Kemungkinan (*probability*)

Pada bahasan ini, *reliability* memiliki arti bahwa setiap item memiliki umur berbeda antara satu dengan yang lainnya. Hal ini memungkinkan untuk dilakukannya identifikasi distribusi dari kerusakan *item* untuk mengetahui umur pakai pada masing-masing item tersebut.

b. Performansi (*performance*)

Performance (kinerja) menjelaskan bahwa kehandalan merupakan suatu karakteristik performansi sistem dimana suatu sistem yang andal harus dapat menunjukkan performansi yang memuaskan jika dioperasikan.

c. Waktu operasi (*time of operation*)

Reliability dinyatakan dalam suatu periode waktu. Peluang suatu *item* untuk digunakan selama setahun akan berbeda dengan peluang item untuk digunakan dalam sepuluh tahun. Waktu merupakan parameter yang penting untuk melakukan penilaian kemungkinan suksesnya suatu sistem.

d. Kondisi-kondisi saat operasi (*operating condition*)

Kondisi ini menjelaskan bahwa *operating condition* mempengaruhi umur dari sistem atau peralatan seperti suhu, kelembaban dan kecepatan gerak. Hal ini menjelaskan bagaimana perlakuan yang diterima sistem dapat memberikan tingkat keandalan yang berbeda dalam kondisi operasionalnya.

Probabilitas disini mengandung pengertian yang bersifat kuantitatif karena biasanya akan dinyatakan dengan nilai-nilai kuantitatif yang berupa angka dalam bentuk prosentase atau desimal. Misalnya dinyatakan probabilitas suatu peralatan akan bekerja dengan fungsi yang diharapkan adalah 85% (atau 0,85) dalam waktu operasi kerja selama 200 jam, maka hal ini akan berarti bahwa secara rata-rata dari 100 peralatan tersebut 85 diantaranya dapat bekerja sesuai dengan fungsinya selama waktu operasi 200 jam.

Menurut Ebeling (1997) *Reliability* didefinisikan sebagai probabilitas sebuah komponen atau sistem akan dapat beroperasi sesuai dengan fungsi yang diinginkan untuk suatu periode waktu tertentu ketika digunakan dibawah kondisi yang telah ditetapkan.

Nilai keandalan berada antara 0 – 1, dimana nilai 0 berarti keandalan sangat rendah dan komponen tidak dapat dipakai. Sedangkan nilai 1 menunjukkan keandalan yang tinggi.

Variable terpenting yang berkaitan dengan kehandalan adalah waktu operasi karena hal ini berkaitan dengan laju kerusakan yang dapat menerangkan dengan jelas fenomena keandalan suatu komponen, sedangkan pernyataan mengenai kondisi operasi meliputi informasi sifat dan jumlah beban dan kondisi lingkungan pada saat beroperasi. Dengan memperhatikan tingkat keandalan maka kita dapat mengamati penyebab dari kerusakan, yaitu apakah menjadi kerusakan awal, kerusakan yang random atau kerusakan karena aus. Berikut akan dijelaskan mengenai Fungsi Kepadatan Probabilitas (PDF), Fungsi distribusi kumulatif (CDF), Fungsi keandalan, dan fungsi laju kerusakan.

3.3 Fungsi Kepadatan Probabilitas

Bentuk fungsi kepadatan kemungkinan berupa kurva kontinu yang persamaan garis kurva nya dinyatakan dengan $f(t)$

Luas daerah di bawah kurva fungsi kepadatan probabilitas (*probability density function*) menyatakan besar terjadinya kerusakan dan luas total daerah tersebut = 1. Kemungkinan kerusakan antar selang waktu x dan y dapat dirumuskan dalam :

$$P\{x \leq t \leq y\} = \int_x^y f(t)dt \dots\dots\dots(3.7)$$

Sehingga kemungkinan terjadinya kerusakan antara selang waktu a dan z adalah

$$\int_a^z f(t)dt = 1 \dots\dots\dots(3.8)$$

3.4 Fungsi Distribusi Kumulatif

Fungsi distribusi kumulatif merupakan fungsi yang menggambarkan kemungkinan terjadinya kerusakan sebelum waktu t . Probabilitas terjadinya kerusakan sebelum waktu t tertentu, dinyatakan secara matematis sebagai berikut

$$\int_{-\infty}^t f(t)dt = F(t) \dots\dots\dots(3.9)$$

Dimana $F(t)$ menyatakan fungsi distribusi kumulatif

3.5 Fungsi Kehandalan

Fungsi keandalan dinyatakan sebagai probabilitas bahwa suatu peralatan akan beroperasi dengan baik pada kondisi yang telah ditentukan dalam suatu periode waktu tertentu, misalnya t . Fungsi keandalan dinyatakan sebagai $R(t)$ dan didefinisikan secara matematis sebagai berikut

$$R(t) = \int_t^{\infty} f(t)dt \dots\dots\dots(3.10)$$

$$R(t) = 1 - F(t) \dots\dots\dots(3.11)$$

$$R(t) = 1 - \int_t^{\infty} f(t)dt \dots\dots\dots(3.12)$$

Dan apabila $t = \infty$, maka $R(t)$ akan mendekati nol atau dengan kata lain keandalan suatu sistem akan sama dengan nol.

3.6 Fungsi Laju Kerusakan

Laju kerusakan alat pada saat waktu t adalah probabilitas alat tersebut akan rusak pada interval waktu berikutnya dalam waktu tertentu dimana saat t alat dikatakan dalam kondisi baik. Laju kerusakan dapat dinyatakan

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} \dots\dots\dots(3.13)$$

Laju kerusakan suatu sistem $r(t)$ akan berubah sepanjang waktu. Dari pengalaman maupun percobaan diketahui laju kerusakan suatu produk mengikuti suatu pola dasar yang disebut kurva *bathub* (Jardine,1973). Dalam menganalisis kerusakan alat atau komponen, faktor yang perlu mendapat perhatian adalah laju kerusakan (*failure rate*) komponen setiap saat selama masa operasi.

Ada beberapa cara yang dilakukan untuk menganalisis kerusakan, antara lain :

1. Cara Teknikal

Cara ini dilakukan dengan menentukan sebab-sebab terjadinya kerusakan pada alat berdasarkan aspek-aspek teknis dari peralatan.

2. Cara *Statistical*

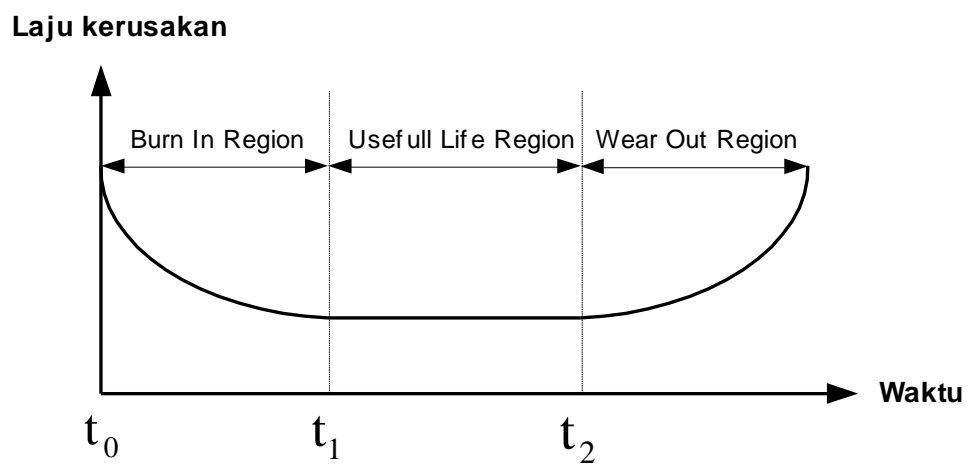
Menganalisis kerusakan dengan cara menentukan hubungan antara laju kerusakan alat dengan waktu. Cara ini biasa menggunakan histogram frekuensi relatif dengan mencatat *Time To Failure* sepanjang pengoperasian sistem.

Pengamatan terhadap karakteristik terjadinya kerusakan sangat penting untuk menetapkan langkah-langkah pencegahan terhadap kemungkinan terjadinya kerusakan yang lebih berat. Dari hasil pengamatan ini dapat disimpulkan dalam bentuk kalimat atau grafik yang nantinya dapat dianalisis lebih lanjut. Diketahui bahwa pola kerusakan komponen merupakan kurva yang berbentuk seperti bak mandi, atau biasa disebut *Bathub hazard rate curve*.

Kurva ini terbagi dalam tiga area, yaitu:

1. Area A, Disebut : *Burn In Region* (laju kerusakan menurun).
2. Area B, Disebut : *Usefull Life Region* (laju kerusakan konstan).
3. Area C, Disebut : *Wear Out Region* (laju kerusakan meningkat).

Pada fase A umumnya terjadi tingkat kerusakan, pada fase B laju kerusakan konstan dan pada fase C laju kerusakan meningkat sampai pada masanya sistem tersebut tidak dapat dipakai lagi. Gambar 3.1 menunjukkan laju kerusakan suatu sistem.



Gambar 3.1. Siklus hidup sistem

Fase A: Kerusakan Awal (*Early failure* atau *infant mortality*)

Pada fase ini, laju kerusakan (*hazard rate*) suatu sistem mengalami penurunan, dan biasanya hal ini merupakan ciri awal penggunaan mesin. Fase ini sering disebut *burn in region*; *debugging region* atau *break in region*. Fase ini dimulai dari t_0 sampai t_1 . Pada fase ini menunjukkan terjadinya kerusakan dini (*early failure*) yang menurun hingga t_1 . Probabilitas kerusakan pada saat ini akan lebih besar dibanding pada saat yang akan datang. Komponen yang berada pada area A atau fase A mempunyai tiga fungsi kepadatan probabilitas yaitu gamma, hiperekspensial dan weibull.

Fase B: Kerusakan yang *random* (*failure random in time*)

Fase ini dimulai dari t_1 sampai t_2 . pada fase ini memiliki laju kerusakan yang cenderung konstan dan merupakan laju kerusakan yang rendah. Fase ini biasa disebut *usefull life*. Kerusakan yang terjadi pada fase ini biasanya diakibatkan oleh pembebanan yang tiba-tiba yang besarnya diluar batas kemampuan komponen atau kondisi ekstrim lainnya. Komponen pada fase ini memiliki fungsi kepadatan probabilitas eksponensial atau weibull.

Fase C: Pengoperasian melebihi umur komponen (*Wear out operation*)

Fase ini dimulai dari t_2 sampai seterusnya. Fase ini memiliki laju kerusakan yang cenderung tajam atau meningkat, hal ini dikarenakan mulai memburuknya kondisi alat atau komponen sehingga fase ini disebut pemakaian yang melebihi umur komponen (*wear out*). Biasanya penggantian alat terjadi pada saat t_1 dan t_2 . tetapi penentuan t_1 dan t_2 terasa sulit, maka sukar sekali untuk melakukan atau mengadakan penggantian peralatan pada saat yang tepat. Komponen yang berada pada fase ini mempunyai fungsi kepadatan probabilitas Weibull, Normal dan Gamma.

3.7 Fungsi Distribusi Statistik

Ada beberapa fungsi distribusi statistik yang digunakan untuk menguraikan kerusakan peralatan. Adapun fungsi distribusi tersebut adalah sebagai berikut:

- Fungsi Distribusi Normal
- Fungsi Distribusi Eksponensial
- Fungsi Distribusi Weibull

3.7.1 Fungsi Distribusi Normal

Distribusi normal mempunyai laju kerusakan yang naik sejak bertambahnya umur alat, yang berarti probabilitas kerusakan alat atau komponen naik sesuai dengan bertambahnya umur komponen tersebut. Distribusi normal mempunyai dua parameter yaitu rata-rata dan standar deviasi.

Adapun fungsi-fungsi distribusi normal dinyatakan sebagai berikut:

Fungsi kepadatan kerusakan

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(t - \mu)^2}{2\sigma^2}\right] \dots\dots\dots (3.14)$$

Fungsi keandalan

$$R(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_t^\infty \exp\left[-\frac{(t - \mu)^2}{2\sigma^2}\right] dt \dots\dots\dots (3.15)$$

Fungsi laju kerusakan

$$\lambda(t) = \frac{\exp\left[-(t - \mu)^2 / 2\sigma^2\right]}{\int_t^\infty \exp\left[-(t - \mu)^2 / 2\sigma^2\right] dt} \dots\dots\dots (3.16)$$

Fungsi distribusi kumulatif

$$F(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^t \exp\left[-\frac{(t - \mu)^2}{2\sigma^2}\right] dt \dots\dots\dots (3.11)$$

3.7.2 Fungsi Distribusi Eksponensial

Distribusi eksponensial mempunyai laju kerusakan yang konstan, tidak tergantung pada waktu. Dengan demikian probabilitas terjadinya kerusakan pada suatu komponen atau alat tidak tergantung pada umur alat tersebut. Distribusi eksponensial memiliki satu parameter yaitu β .

Fungsi Kemungkinan kumulatifnya:

$$F(t) = \int_0^t f(t) dt \dots\dots\dots (3.17)$$

$$F(t) = \beta \exp[-(\beta t)] \dots\dots\dots (3.18)$$

$$F(t) = 1 - \exp[-(\beta t)] \dots\dots\dots (3.19)$$

Fungsi kemungkinan kepadatannya adalah:

$$f(t) = \beta \exp[-(\beta t)] \dots\dots\dots (3.20)$$

Fungsi laju kerusakannya

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \beta = \frac{1}{\theta} \dots\dots\dots (3.21)$$

Dimana θ = rata-rata waktu antar kerusakan (MTTF)

Fungsi keandalannya yaitu:

$$R(t) = 1 - F(t) \dots\dots\dots (3.22)$$

$$R(t) = 1 - (1 - \exp[-(\beta t)]) \dots\dots\dots (3.23)$$

$$R(t) = \exp[-(\beta t)] \dots\dots\dots (3.24)$$

3.7.3 Fungsi Distribusi Weibull

Distribusi ini merupakan distribusi yang paling sering digunakan untuk menganalisis data kerusakan, karena distribusi weibull dapat memenuhi beberapa periode kerusakan yang terjadi, yaitu periode awal (*early failure*), periode normal,

dan periode pengausan (*wear out*). Parameter yang berlaku untuk distribusi weibull yakni:

- η = *scale parameter* (parameter skala)
- β = *shape parameter* (parameter bentuk)
- γ = *location parameter* (parameter lokasi)

Distribusi weibull mempunyai beberapa kelebihan. Hal ini dapat dilihat dari parameter bentuk (β) yang dimiliki distribusi weibull seperti yang terangkum pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 *Weibull Shape Parameter* (Ebeling, 1997)

Nilai	karakteristik
$\beta < 1$	Pengurangan laju kerusakan (DFR)
$\beta = 1$	Distribusi Eksponensial (CFR)
$1 < \beta < 2$	Peningkatan laju kerusakan (IFR), Konkaf
$\beta = 2$	Distribusi Rayleigh
$\beta > 2$	Peningkatan laju kerusakan (IFR), konveks
$3 \leq \beta \leq 4$	<i>Increasing failure rate</i>

Mean Time Between Failure (MTBF) adalah rata – rata waktu suatu mesin dapat dioperasikan sebelum terjadinya kerusakan. Semakin tinggi MTBFnya maka peralatan cenderung reliable. MTBF di gunakan untuk peralatan yang bisa di lakukan perbaikan seperti *compressors, hydraulic system*, pompa, motor dan valve. Sedangkan untuk peralatan yang tidak bisa diperbaiki istilah dalam reliability adalah *Mean Time to failure* (MTTF). Peralatan semacam Circuit board, Lampu jika rusak maka harus ganti baru *Mean Time To Failure* (MTTF) merupakan nilai rata-rata waktu kerusakan dari sebuah sistem. MTBF dan MTTF dapat dirumuskan sebagai berikut (Nursubiyantoro, 2012):

$$MTBF = \gamma + \eta \Gamma (1/\beta + 1) \dots\dots\dots (3.25)$$

Dimana:

γ = Parameter lokasi, jika positif, kegagalan hanya terjadi setelah γ (Gamma)

η = Parameter skala (Eta), $\eta > 0$

Γ = Nilai Γ menunjukkan fungsi gamma yang nilainya didapatkan dari tabel fungsi gamma

β = parameter bentuk (beta) $\beta > 0$

Fungsi-fungsi untuk distribusi Weibull adalah sebagai berikut (Jardine, 1973):

Fungsi kepadatan kerusakan

$$f(t) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1} \exp\left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta\right] \dots\dots\dots (3.26)$$

Dimana untuk $t > 0$

Fungsi distribusi kumulatif

$$F(t) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta\right] \dots\dots\dots (3.27)$$

Fungsi keandalannya

$$R(t) = \exp\left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta\right] \dots\dots\dots (3.28)$$

Fungsi laju kerusakannya adalah :

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1} \dots\dots\dots (3.29)$$

3.8 **Reliability Block Diagram**

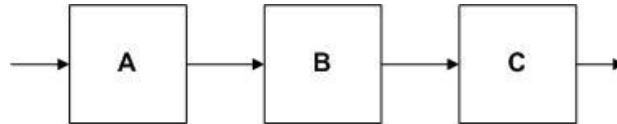
Reliability Block Diagram (RBD) adalah analisis keandalan dan *availability* dari suatu sistem, untuk sistem besar dan kompleks dengan menggunakan diagram blok untuk menunjukkan hubungan antar sistem. *Reliability Block Diagram* mendefinisikan interaksi logis kegagalan dalam sistem

yang diperlukan untuk mempertahankan operasi sistem. Diagram hanya berisi satu input dan satu output. Sistem RBD dihubungkan oleh konfigurasi paralel atau seri. Sambungan paralel digunakan untuk menunjukkan redundansi dan digabungkan oleh beberapa tautan atau jalur dari Node Awal ke Node Akhir (ITEM Software, Inc, 2007)

Pada *Reliability Block Diagram* terdapat model susunan seri, susunan paralel, dan seri - paralel.

a. Model Seri

Suatu sistem dapat dimodelkan dengan susunan seri jika komponen-komponen yang ada didalam sistem itu harus bekerja atau berfungsi seluruhnya agar sistem tersebut sukses dalam menjalankan fungsinya. Atau dengan kata lain bila ada satu komponen mengalami kegagalan maka keseluruhan sistem akan gagal.



Gambar 3.2 Model susunan Seri

$$R_s = R_1 R_2 R_3 \dots \dots R_n \dots \dots \dots (3.30)$$

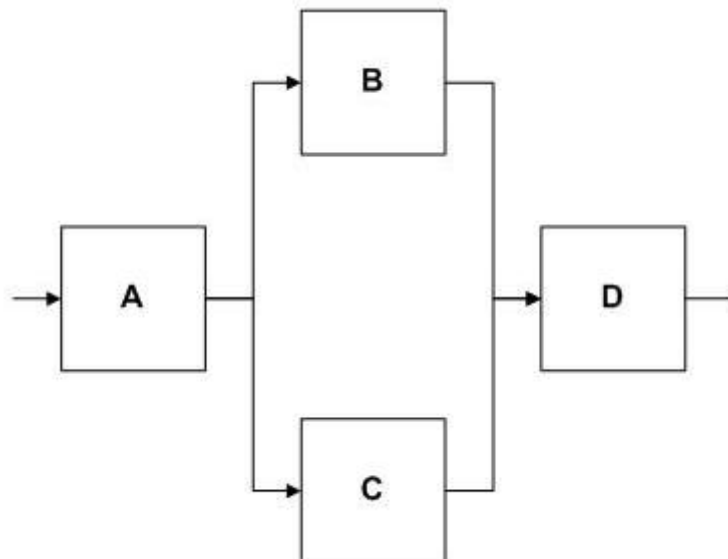
Dimana : R_s adalah *reliability* seri

R_n adalah *reliability* pada urutan ke n

b. Model Paralel

Suatu sistem dapat dimodelkan dengan susunan paralel jika seluruh komponen-komponen yang ada didalam sistem itu gagal berfungsi maka akan mengakibatkan sistem itu gagal menjalankan fungsinya. Sistem yang memiliki konfigurasi paralel dapat dikategorikan sebagai sistem yang sangat berlebihan (*fully redundant system*). Pada model

paralel, jika hanya terdapat satu komponen rusak tidak mengakibatkan sistem mengalami *failure*.



Gambar 3.3 Model susunan Paralel

$$R_p = 1 - [(1 - R_1)] [(1 - R_2)] \dots \dots \dots [(1 - R_n)] \dots \dots (3.31)$$

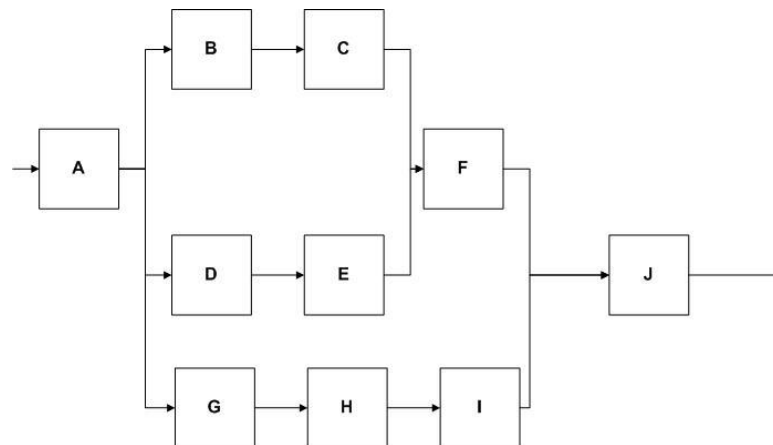
Dimana : R_p adalah *reliability* paralel

c. Model seri – paralel

Keandalan sistem disini adalah probabilitas bahwa setidaknya

salah satu komponen dapat berfungsi jika dibutuhkan pada

masing-masing tahap. Pada model ini, sistem yang dibangun lebih kompleks, yang mana sistem digambarkan dalam bentuk rangkaian seri dan rangkaian paralel.



Gambar 3.4 Model Rangkaian seri – paralel

3.9 *Reliability Important*

Setelah menentukan keandalan sistem, hal berikutnya yang dilakukan adalah mengidentifikasi komponen yang paling banyak menimbulkan masalah pada sistem untuk memprioritaskan perbaikan dalam desain dan sumber daya dan upaya perbaikan sistem ke arah yang memiliki dampak paling besar terhadap kinerja sistem. Pada sistem sederhana seperti sistem seri, mudah untuk mengidentifikasi komponen yang lemah. Namun, dalam sistem yang lebih kompleks dibutuhkan analisis dengan pendekatan matematis yang akan mengidentifikasi dan mengukur nilai dari masing – masing komponen. *Reliability importance* merupakan salah satu metode untuk mengidentifikasi hubungan relasi dari masing – masing komponen dalam suatu sistem yang berkaitan dengan *reliability* dari keseluruhan sistem.

Reliability Importance dapat dirumuskan pada persamaan 3.32

$$I_{Ri} = \frac{\partial R_s}{\partial R_i} \dots\dots\dots (3.32)$$

Dimana:

R_s = keandalan sistem

R_i = keandalan komponen

Time dependent reliability importance

$$I_r(t) = \frac{\partial R_s(t)}{\partial R_i(t)} \dots\dots\dots (3.33)$$

Dimana : $R_s(t)$ adalah keandalan sistem pada waktu tertentu, t

$R_i(t)$ adalah keandalan komponen pada waktu tertentu.

Bila dalam satu sistem terdapat tiga komponen dengan konfigurasi seri maka persamaannya menjadi:

$$R_s = R_1 R_2 R_3 \text{ maka } I_{R_i} = \frac{\partial R_s}{\partial R_i} = R_2 R_3 \dots\dots\dots (3.34)$$

Persamaan 3.26 tersebut menghitung tingkat perubahan pada waktu (t) pada keandalan sistem yang berhubungan dengan perubahan *reliabilitas* komponen. Persamaan tersebut juga menghitung *probabilitas* dari komponen pada saat sistem mengalami kegagalan pada waktu (t). Nilai keandalan tersebut bergantung pada nilai *reliability* komponen dan kondisi komponen pada sistem.

3.9.1 *Reliasoft's Failure Criticality Index (RS FCI)*

Reliasoft Failure Criticality Index (RS FCI) adalah indeks relatif yang menunjukkan persentase waktu kegagalan komponen yang menyebabkan kegagalan sistem.

$$RS FCI_i = \frac{\text{Jumlah kegagalan sistem yang diakibatkan kegagalan pada komponen } i(0,t)}{\text{Jumlah kegagalan pada sistem } (0,t)} \quad (3.35)$$

RS FCI menunjukan persentase kegagalan sistem yang diakibatkan karena kegagalan pada komponen tertentu pada waktu tertentu (0,t). RS FCI memiliki arti yang sama dan pengaplikasian yang sama dengan pengukuran *Reliability*

Importance (<http://www.weibull.com/hotwire/issue62/relbasics62.html> Diakses tanggal 13 februari pukul 12.12)

3.10 *Optimized Reliability Allocation*

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa setiap komponen dalam suatu keandalan sistem memiliki nilai keandalannya sendiri maka dalam melakukan perbaikan atau peningkatan keandalan sistem terlebih dahulu menentukan target keandalan sistem yang diharapkan (*reliability goal*) dan menentukan komponen mana yang akan dinaikkan keandalannya berdasarkan tingkat kekritisannya, kesulitan dalam pelaksanaan dan biaya yang paling optimum

Modifikasi keandalan komponen tidak semudah dengan membagi rata target keandalan sistem kepada masing – masing komponen secara merata, namun karena *reliability importance*, sifat dari komponen dan biaya menjadi pertimbangan dalam memodifikasi keandalan komponen sehingga alokasi keandalan masing – masing komponen dapat berbeda (Sianipar, 2008)

3.11 *Software Reliasoft Blocksim*

Reliasoft Blocksim membantu dalam menggambarkan model dari *Reliability Block Diagram* (RBD) dan *fault Tree Analysis* (FTA), termasuk juga untuk memodelkan konfigurasi kompleks, *load sharing*, *standby redundant*, dan *duty cycles*. Dengan menggunakan perhitungan yang tepat dan/atau dengan *discrete event simulation*, *Reliasoft BlockSim* menyajikan analisis untuk sistem yang dapat diperbaiki dan tidak dapat diperbaiki, termasuk di dalamnya (<http://www.reliasoft.com/BlockSim/index.html> [diakses pada 14 Desember 2017]) :

- a. Analisis Sistem *reliability*
- b. Mengidentifikasi komponen kritis
- c. Alokasi *reliability* yang optimum

- d. Analisis Sistem *Maintainability* (Menentukan interval *preventive maintenance* yang optimal, menentukan persediaan suku cadang, dan lain-lain)
- e. Analisis Sistem *Availability* (Menghitung *availability*, *downtime*, *uptime*, dan lain –lain)
- f. Perhitungan *Throughput* (Identifikasi *bottleneck*, Perkiraan Kapasitas Produksi, dan lain-lain.)
- g. Perkiraan *Life cycle cost*

Software Reliasoft Blocksim memiliki beberapa macam keuntungan, diantaranya:

- a. Identifikasi komponen yang kritis (atau *failure mode*) dan menentukan cara yang paling efektif untuk memperbaiki kinerja sistem melalui perbaikan desain dan/atau perencanaan pemeliharaan.
- b. Mensimulasikan model untuk mendapatkan *performance* kinerja yang dapat memudahkan dalam pengambilan keputusan di berbagai bidang, seperti penjadwalan *planned maintenance*, menjadwalkan persediaan suku cadang, mengidentifikasi *bottleneck* dalam proses produksi dan memperkirakan *life cycle cost*
- c. Identifikasi adanya komponen yang rentan dalam suatu sistem dan menentukan cara yang paling efektif untuk mengurangi risiko yang akan timbul.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Objek dan Lokasi Penelitian

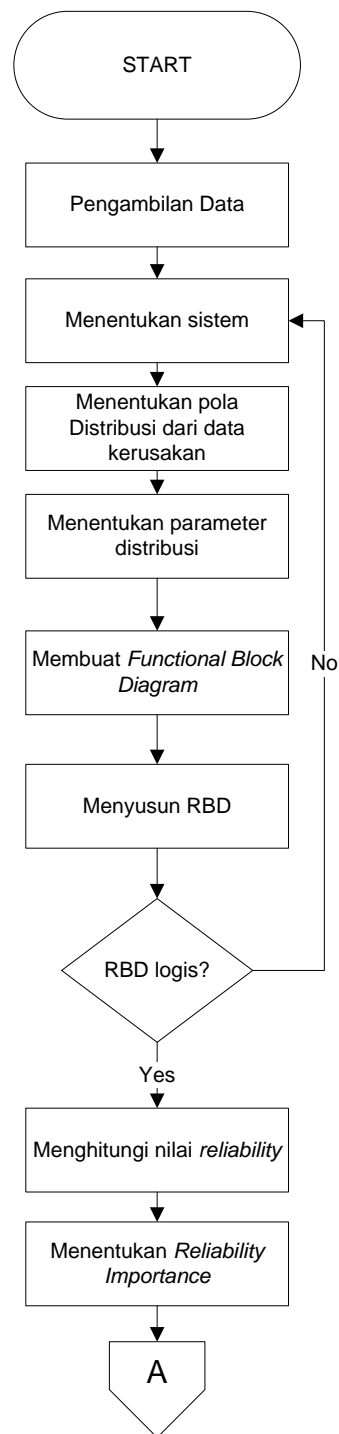
Objek penelitian ini adalah pada proses produksi yang terjadi pada PT. X

4.2 Alat yang digunakan

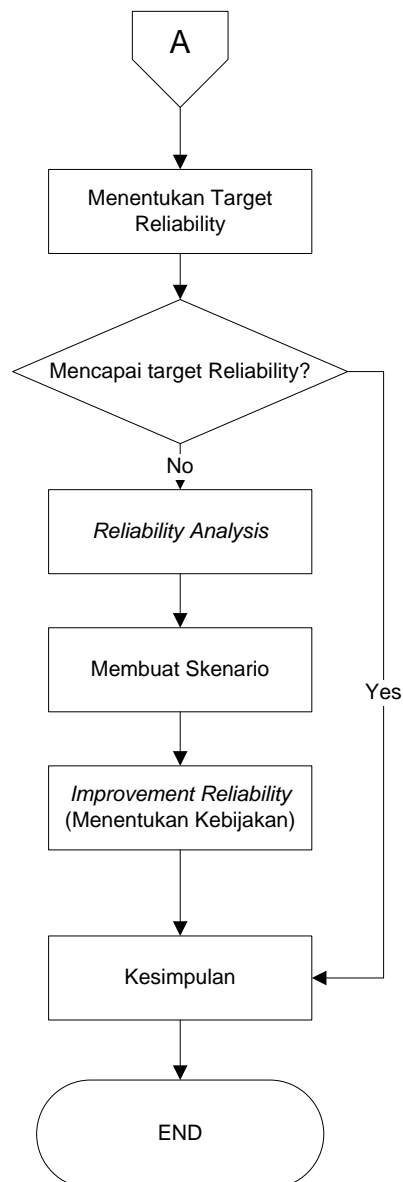
Pada penelitian ini *software* yang digunakan adalah *software Reliasoft Blocksim* untuk memodelkan *reliability block diagram* (RBD) dari sistem yang berjalan pada perusahaan, dan *Reliasoft Weibull+* untuk menentukan distribusi dan parameter distribusi, dan Ms. Excel 2007 untuk melakukan perhitungan antar waktu kerusakan

4.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian merupakan langkah-langkah yang dilakukan peneliti dalam melakukan penelitian dari awal hingga akhir. Tahapan penelitian ini akan digambarkan dengan bentuk *flowchart* yang tergambar pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Tahapan Penelitian



Gambar 4.1 Tahapan Penelitian (Lanjutan)

4.3.1 Pengumpulan Data

Kemudian dilanjutkan dengan pengambilan data pada PT. X, yakni berupa data:

- a. Data kerusakan komponen dalam sistem

Data kerusakan komponen merupakan data yang menunjukkan bahwa mesin, komponen mengalami kegagalan, tidak mampu beroperasi. Data ini

kerusakan mesin ini merupakan data yang diberikan perusahaan dari tahun 2006-2017

b. *Data Preventive Maintenance, Corrective Maintenance*

Data *preventive maintenance* merupakan data yang menunjukkan waktu yang dilakukan untuk melakukan pengecekan mesin. Data ini diberikan dari tahun 2006-2017

c. *Data biaya manpower*

Data ini didapatkan dari hasil wawancara dengan *supervisor* bagian *maintenance* di PT. X. Biaya untuk *manpower* untuk melakukan sekali pergantian adalah Rp 40.000,-

d. *Piping & Instrumentation Diagram*

Gambar teknik dari mesin. Data ini berupa dokumen yang didokumentasikan dengan gambar dan data ini berupa data *electrical wiring* dari mesin.

4.3.2 Pengolahan Data

Pada tahapan pengolahan data dilakukan untuk dapat memodelkan *reliability block diagram* sistem, mengidentifikasi sistem, mengidentifikasi hubungan antar sistem, menentukan komponen yang berpengaruh pada nilai *reliability*. Terdapat berbagai tahap untuk mencapai hasil yang sesuai dengan tujuan yang akan dicapai

4.3.2.1 Mengidentifikasi dan menentukan sistem

Pada tahap ini dilakukan penentuan dan pengidentifikasian *system* yang akan dikaji. *System* tersebut kemudiann di *breakdown* kepada level *sub-system* hingga pada level komponen. Penentuan dan pengidentifikasi *system* ini didasarkan pada *functional relationship* pada *system*, *sub-system* dan komponen. Kemudian dilakukan penentuan hubungan antar *sub-system*, komponen yang ada dalam *system*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui interaksi yang terjadi antar *sub-system* kemudian interaksi antar komponen, terlebih apabila komponen memiliki nilai *reliability*

yang berbeda. Untuk mengetahui hubungan antar sistem dapat dilakukan dengan melihat *Piping and Instrumentation Diagram* perusahaan

4.3.2.2 Menentukan Pola Distribusi

Penentuan pola distribusi didasarkan pada data kerusakan komponen dari perusahaan. Dari data kerusakan komponen maka didapatkan *time-to-failure* komponen sehingga dapat diketahui pola distribusinya. Data ini diolah dengan menggunakan *software reliasoft Weibull+* untuk didapatkan ranking distribusinya. Distribusi dengan peringkat pertama yang dipilih sebagai pola distribusi dari komponen.

4.3.2.3 Menentukan parameter Distribusi

Setelah mengetahui pola distribusi dari data yang akan dianalisa, maka langkah selanjutnya adalah menentukan parameter distribusi dari data tersebut. Masing – masing data memiliki pola distribusi dan parameter distribusi yang berbeda-beda bergantung dari seberapa sering komponen tersebut mengalami kerusakan.

4.3.2.4 Menyusun *Functional Block Diagram*

Functional Block Diagram merupakan diagram blok yang menggambarkan aliran fungsi dari masing-masing aktifitas yang disertai dengan *input-output*. Pada tahapan ini dibentuk *Functional Block Diagram* untuk menggambarkan gambaran fungsi dari masing-masing komponen dan mesin.

4.3.2.5 Membentuk RBD

Langkah selanjutnya adalah menggambarkan *reliability block diagram* dari system. System akan di *breakdown* menjadi level sub system kemudian level komponen. Komponen – komponen yang berada pada system digambarkan dengan blok – blok diagram yang kemudian diinteraksikan antar komponennya untuk mendapatkan nilai *reliability* dari keseluruhan system. *Reliability block diagram* membantu menggambarkan hubungan antar komponen – komponen yang memiliki pola distribusi yang berbeda – beda sehingga nilai *reliability* dari masing

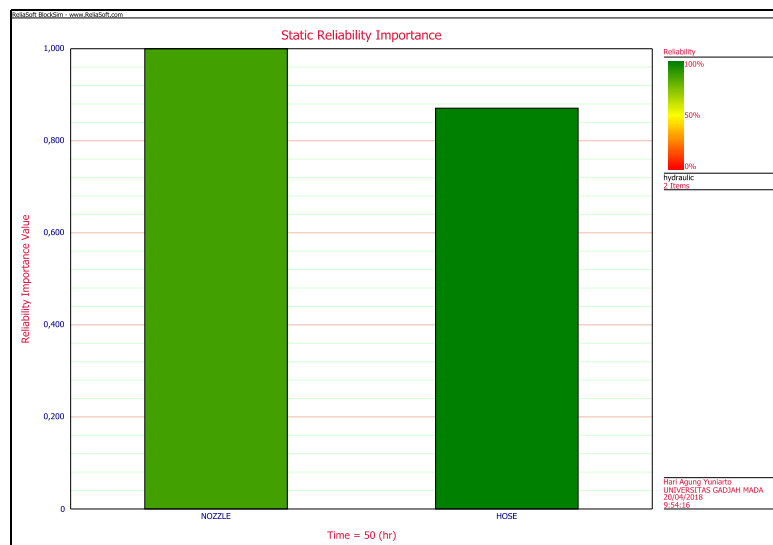
– masing komponen akan berbeda pula. Interaksi ini kemudian akan membentuk gambaran keseluruhan system secara logika dan fungsinya yang kemudian akan didapatkan nilai *reliability* pada system.

4.3.2.6 Menghitung nilai *Reliability*

Langkah selanjutnya adalah menentukan nilai *reliability* dari keseluruhan system yang telah dibangun dengan menggunakan *Reliability Block Diagram*. Nilai *reliability* akan di *running* selama kurun waktu tertentu sehingga didapatkan seberapa besar *reliability* system pada kurun waktu tersebut. Selain didapatkan nilai *reliability* system, didapatkan pula nilai *reliability* untuk masing – masing komponen.

4.3.2.7 Menentukan *Reliability Importance*

Langkah selanjutnya setelah mendapatkan nilai *reliability* adalah menentukan *reliability importance*. Untuk menentukan *reliability importance* dapat dilakukan dengan menggunakan perhitungan pada persamaan 3.25. *Sub-system* dan komponen yang memiliki nilai *reliability importance* yang tinggi merupakan *sub-system* dan komponen yang memiliki pengaruh pada pencapaian nilai *reliability system* yang didapatkan. *Reliability importance* merupakan salah satu langkah yang dilakukan untuk mengidentifikasi kelemahan pada *system*.



Gambar 4.2 Grafik *Reliability Importance*

4.3.2.8 Menentukan Target *reliability*

Penentuan target *reliability* dapat didasarkan pada kebijakan yang diterapkan pada perusahaan, seberapa persen nilai *reliability* yang ingin dicapai oleh perusahaan.

4.3.2.9 *Reliability Analysis*

Tahap ini merupakan tahapan analisa *reliability* dari tahap-tahap sebelumnya, menganalisa *reliability* sistem apakah *reliability* sistem saat ini sudah mencapai target *reliability*, jika nilai *reliability* masih dibawah target *reliability* maka akan dilakukan analisis lebih lanjut secara *analytical* dengan melihat pada *reliability allocation* pada sistem, komponen-komponen mana yang harus diberikan perhatian untuk pencapaian *reliability* sesuai target yang ditentukan.

4.3.2.10 Membuat Scenario

Pada tahapan ini, *reliability block diagram* yang telah dimodelkan, disimulasikan dengan penambahan beberapa variable, seperti *repair* untuk *corrective maintenance*, waktu *preventive maintenance*, *predictive maintenance* atau *inspeksi*. Selain variable-variable tersebut pada tahapan

ini dilakukan beberapa perlakuan untuk meningkatkan nilai *reliability* sistem, membuat sistem menjadi susunan paralel, *standby*, *load sharing*, pemberian kondisi *switch*, dan lain-lain.

4.3.2.11 *Improvement Reliability* (Penentuan Kebijakan)

Penentuan kebijakan yang diambil berdasarkan dari hasil simulasi yang telah dilakukan pada tahapan sebelumnya dan *expert judgement*.

4.3.3 Kesimpulan

Pada tahapan ini akan dilakukan penarikan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan. Penarikan kesimpulan akan menjawab tujuan penelitian. Setelah itu juga akan dijabarkan rekomendasi dan saran untuk penelitian yang akan datang.

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan adalah data kerusakan pada *rubber line* dari tahun 2006-2017 dan data lama waktu perbaikan pada *preventive mainenance* pada tahun 2006-2017. Biaya yang dikeluarkan *direct cost* untuk masing-masing operator untuk sekali perbaikan adalah Rp40.000,-. *Spare part* mesin disimpan digudang *spare part*. Data selebihnya dapat dilihat pada lampiran 1

Tabel 5.1 Data Kerusakan Mesin

Tanggal	MACHINE	KOMPONEN	AREA	PROBLEM	WHY	COUNTER MEASURE	PIC	PIC	KIND
10-Sep-06	OVEN 1	EXHAUST FAN	RUBBER 1	EXHAUST FAN TRIP		GANTI FAN BELT DAN MOTOR EXHAUST		1	60
6-Dec-06	OVEN 1	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI TEFLON BELT DENGAN SPARE			60
7-Feb-07	OVEN 1	BEARING	RUBBER 1	MOTOR EXHAUST NO. 3 RUSAK, BEARING RUSAK		GANTI BEARING DENGAN SPARE			60
2-Sep-07	OVEN 1	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI CONVEYOR			60
30-Sep-07	OVEN 1	BEARING	RUBBER 1	EXHAUST ADA BUNYI BISING		GANTI BEARING			45
24-Feb-08	OVEN 1	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI SPARE			30
1-Jul-08	OVEN 1	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI SPARE			15
30-Aug-08	OVEN 1	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI SPARE			30
13-Oct-08	OVEN 1	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI SPARE			30
15-Nov-08	OVEN 1	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI SPARE			90
24-Nov-08	OVEN 1	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI SPARE			60

Berikut ini adalah data lama waktu *preventive maintenance*. Data selebihnya dapat dilihat pada lampiran 2

Tabel 5.2 *Preventive Maintenance*

TAHUN	MESIN	WAKTU STANDARD (MENIT)	BULAN											
			APRIL	MEI	JUNI	JULI	AGT	SEPT	OKT	NOV	DES	JAN	FEB	MAR
2006	LOOPING	18	20	18	18	23	23	21	20	20	20	21	20	23
	EXT 90	36	34	31	32	31	33	36	33	33	38	37	35	33
	EXT 70	36	36	34	33	35	33	36	32	29	34	35	32	31
	M/W 1	30	32	33	36	30	34	33	37	33	31	30	33	31
	M/W 2	28	37	37	26	27	36	31	33	33	27	29	29	27
	OVEN 1	35	35	32	39	40	34	34	38	31	36	35	33	35
	OVEN 2	23	23	25	23	27	22	24	25	24	26	21	25	20
	OVEN 3	23	20	25	24	27	24	25	23	25	23	20	26	21
	COOLING CH	22	24	26	22	26	24	25	23	27	27	26	25	21
	PULLING	22	23	20	26	24	25	22	21	23	25	24	26	21
	BREAKING	28	32	26	32	26	26	32	25	32	31	28	26	29
	BENDING	29	25	26	28	29	32	31	31	27	29	31	31	29
	CUTTING	33	32	28	34	31	33	31	31	33	28	31	28	31
2007	LOOPING	18	24	15	25	16	16	15	20	16	18	24	22	24
	EXT 90	36	30	38	40	35	36	30	32	33	37	37	29	32
	EXT 70	36	40	33	40	29	36	39	40	36	39	36	31	38
	M/W 1	30	35	29	36	36	36	34	30	30	38	29	31	32

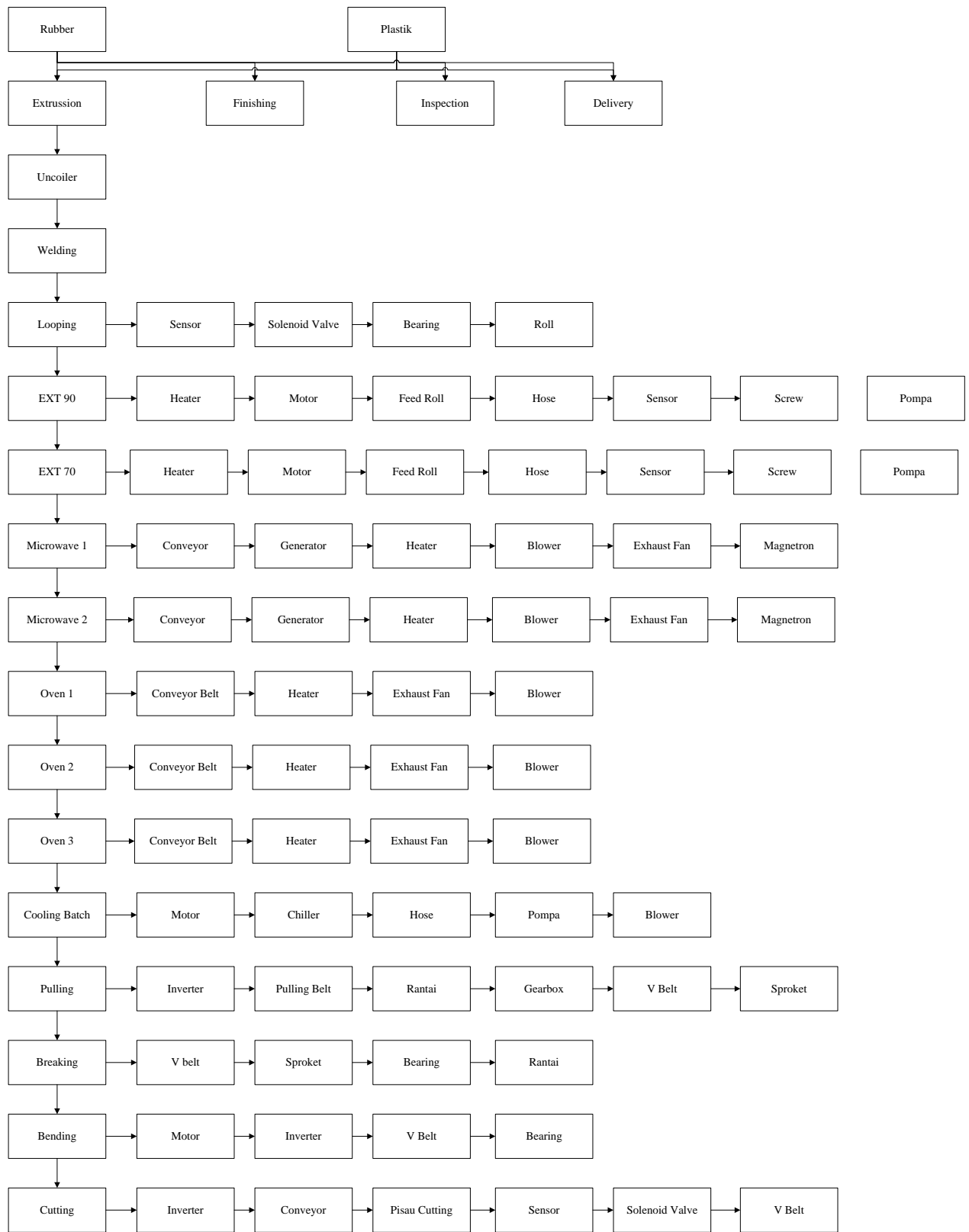
5.2 *System Extrusion*

System *extrusion* merupakan salah satu proses produksi pada PT. X yang merupakan proses kunci dalam pada proses produksi. Proses *extrusion* merupakan proses pembuatan bahan mentah menjadi profile setengah jadi. proses ekstrusi melalui beberapa proses dalam satu line yakni proses *welding* (penyambungan), proses *looping*, proses pembentukan profile awal (*extruder*), proses pengembangan (*microwave*), proses pemanasan (*Oven*), proses pendinginan (*cooling*), proses penarikan, proses peretakan (*breaking*), proses pembentukan profile (*bending*), dan terakhir proses *cutting* (pemotongan).

PT. X merupakan salah satu anak perusahaan dari perusahaan otomotif yang proses produksinya menghasilkan part – part karet untuk pintu dan jendela. Salah satu hasil produksi dari PT. X adalah *windshield, inner, outer*, dan lain-lain.

Pada proses produksi yang terjadi di PT. X dibagi menjadi dua bagian, yakni proses produksi untuk bahan *rubber* dan berbahan plastik. Pada proses produksi plastik dibagi lagi menjadi TPO dan PVC. Pada proses produksi *rubber* dibagi menjadi tiga *line*, *line* satu merupakan *line* campuran antara *insert* dan *rubber*, *line* dua memproduksi *full rubber*, *line* tiga memproduksi material gabungan antara *rubber* dan *insert*.

Pada penelitian ini akan dibahas mengenai proses *Extrusion* pada proses produksi *rubber line* 1. Gambar 5.1 menunjukkan pemecahan antara sistem kemudian sub system kemudian komponen.



Gambar 5.1 Proses Extrusion pada Rubber Line

5.3 Menentukan Distribusi dan Parameter Distribusi masing-masing Komponen

5.3.1 *Sub System Looping*

Sebelum memodelkan *reliability block diagram* pada sistem *extrusion* terlebih dahulu menentukan distribusi dan parameter distribusi pada masing-masing sub sistem sampai dengan pada level komponen. Berikut ini merupakan distribusi dan parameter distribusi pada *sub system looping*.

Tabel 5.3 Distribusi dan Parameter Distribusi *Sub system looping*

Results Report	
Report Type	Weibull++ Results
User Info	
Name	rindi kusumawardani
Company	Universitas Gadjah Mada
Date	11/06/2018
Parameters	
Distribution	Exponential 2P
Analysis	RRX
CB Method	FM
Ranking	MED
Mean Time (hr)	2609,805625
Gamma (hr)	24
LK Value	-141,993237
Rho	-0,978522
Fail \ Susp	16 \ 0
LOCAL VAR/COV MATRIX	
Var- Theta=419363,551741 [Note: Theta = 1 / Lambda]	

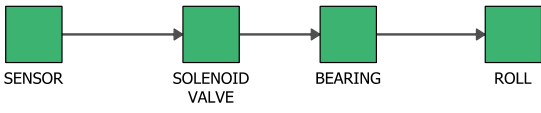
Dengan menggunakan *software weibull++* dapat diketahui distribusi dan parameter distribusi untuk waktu antar kerusakan pada mesin *looping*. Mesin *looping* berfungsi sebagai pengulur waktu ketika insert atau rubber yang akan masuk ke mesin *extruder* habis sehingga perlu disambung dan membutuhkan jeda waktu agar material tidak untuk proses selanjutnya tidak kendor atau terlalu

kencang. Pada mesin *looping* terdapat beberapa komponen utama yang terdapat pada Gambar 5.1 yakni

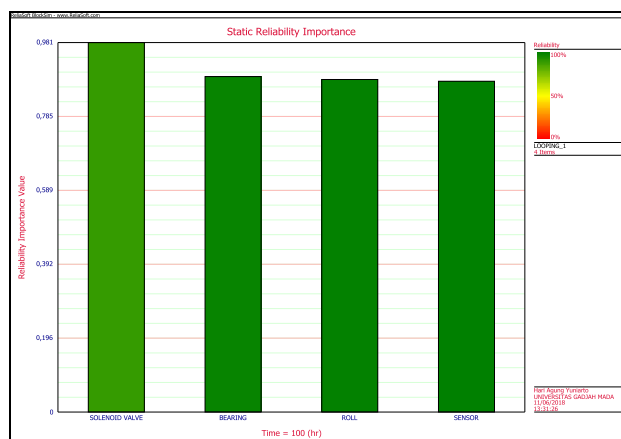
8. sensor yang berfungsi sebagai sensor jika diketahui material mengalami kehabisan
9. *solenoid valve* berfungsi sebagai penghantar angin untuk clamp atau mengunci dan membuka agar material tidak terus masuk kedalam *looping*
10. *bearing* berfungsi sebagai penjaga as roda tidak langsung bersentuhan dengan *roll*
11. *roll* berfungsi sebagai tempat material pada mesin *looping*.

Masing – masing komponen memiliki waktu antar kerusakan sehingga masing-masing komponen memiliki distribusi dan parameter distribusi. Gambar *Functional Block Diagram* pada komponen dapat dilihat pada Lampiran 3

Tabel 5.4 Distribusi dan Parameter Distribusi masing-masing Komponen *Looping*

	
Komponen	Distribusi
<i>bearing</i>	2P Weibull
	beta ; 1,05
	eta(hr) ; 18212,989
sensor	2P Exponential
	mean time ; 5838,21
	gamma ; 3404,46
solenoid valve	2P Weibull
	beta ; 0,857
	eta ; 14570,37
<i>roll</i>	2P Weibull
	beta ; 1,05
	eta ; 14497,25

Setelah diketahui masing-masing paramater distribusinya maka bentuk *reliability block diagram* untuk mesin *looping*. Komponen-komponen pada mesin *looping* disusun dalam bentuk seri sehingga jika satu komponen mengalami kegagalan maka mesin *stop* untuk tindakan *repair* mesin. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *repair* untuk masing-masing komponen berbeda tergantung dengan seberapa parah kerusakan yang terjadi pada komponen. Hasil dari perhitungan *analytical* didapatkan bahwa komponen *solenoid valve* memiliki pengaruh terhadap pencapaian *reliability* pada mesin. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 5.2, dimana komponen *solenoid valve* memiliki tingkat kerusakan yang tinggi dibandingkan dengan tiga komponen lainnya. Hal ini dikarenakan kerusakan yang terjadi pada komponen *solenoid valve* memiliki jeda kerusakan yang berdekatan yakni pada tahun 2015 terjadi dua kali kerusakan dalam jeda waktu dua bulan yakni 19 September 2015 dan 20 November 2015. Jika dilihat dari *performance* nya *solenoid valve* jadi lebih rentan jika dibandingkan ketiga komponen lainnya. Terdapat beberapa hal yang dapat mempengaruhi hal tersebut yakni kesalahan dalam prosedur proses nya, kondisi komponen yang sudah aus.



Gambar 5.2 *Static Reliability Importance* mesin *Looping*

5.3.2 *Sub System Extruder 90*

Mesin *extruder* merupakan proses utama dalam proses *extrusion* yakni proses meleburkan material *rubber* yang dicampur dengan material insert dan material *silicon*. Hasil dari proses *extruder* akan masuk ke proses *microwave*

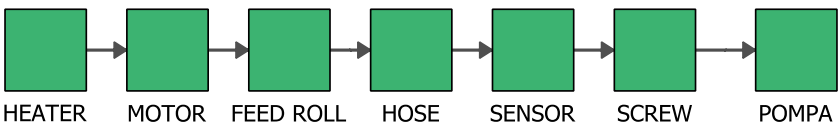
untuk dikembangkan, jika ada material pengembang seperti *silicon*. Namun, jika tidak terdapat material pengembang maka akan masuk ke *Oven*. Komponen-komponen pembentuk dari mesin *extruder* dapat dilihat pada Gambar 5.1. Komponen-komponen tersebut memiliki distribusi dan parameter distribusi sesuai dengan waktu antar kerusakan masing-masing komponen.

Tabel 5.5 Distribusi dan Parameter Distribusi Mesin *Extruder 90*

Results Report EXT 90	
Report Type	Weibull++ Results
User Info	
Name	rindi kusumawardani
Company	Universitas Gadjah Mada
Date	08/06/2018
Parameters	
Distribution	Weibull 2P
Analysis	RRX
CB Method	FM
Ranking	MED
Beta	0,808556
Eta (hr)	1457,566181
LK Value	-316,972836
Rho	0,984173
Fail \ Susp	38 \ 0
LOCAL VAR/COV MATRIX	
Var-Beta=0,011558	CV Eta Beta=8,510399
CV Eta	Var-
Beta=8,510399	Eta=96531,656634

Distribusi untuk mesin *extruder 90* adalah distribusi 2P Weibull dengan parameter beta 0,808556 dan parameter eta 1457,566 dalam satuan unit jam.

Tabel 5.6 Distribusi dan Parameter Distribusi Komponen pada Mesin *Extruder 90*

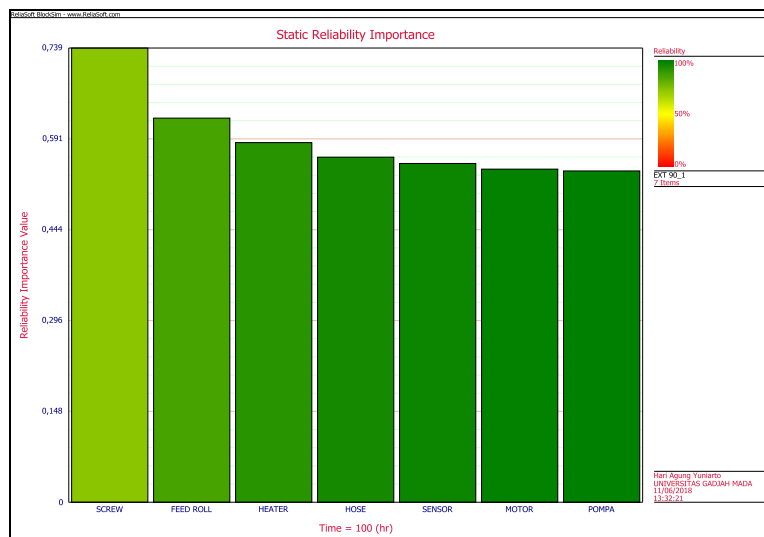
	
Komponen	Distribusi
<i>heater</i>	2P WEIBULL
	beta ; 0,540079
	eta ; 10132,115403

Tabel 5.6 Distribusi dan Parameter Distribusi Komponen pada Mesin Extruder 90
(lanjutan)

motor	2P EXP
	mean time ; 12557,928475
	gamma ; 24
hose	2P WEIBULL
	beta ; 0,562549
	eta ; 28888,979623
sensor	2P WEIBULL
	beta ; 0,923079
	eta ; 5982,998995
screw	2P WEIBULL
	beta ; 0,289875
	eta ; 5312,027928
pompa	2P WEIBULL
	beta ; 1,391612
	eta ; 18765,860195
feed roll	2P WEIBULL
	beta ; 0,567278
	eta ; 2883,706121

Gambar *Functional Block Diagram* pada komponen dapat dilihat pada Lampiran 3

Komponen pada mesin *extruder 90* tersusun secara seri artinya jika satu komponen mengalami kerusakan maka mesin akan langsung berhenti berjalan sesuai fungsinya. Hal ini dapat memberikan kerugian kepada perusahaan yakni kerugian waktu yang terbuang karena jam operasional mesin terbuang, kemudian kerugian dikarenakan berhentinya proses produksi. Pada Gambar 5.3 dapat diketahui bahwa komponen yang merupakan komponen kritis, komponen yang berpengaruh pada nilai *reliability* mesin adalah komponen *screw*. Komponen *screw* merupakan komponen pembentuk dalam mesin *extruder*.



Gambar 5.3 *Static Reliability Importance* Mesin *Extruder 90*

5.3.3 *Sub System Extruder 70*

Sistem yang berjalan pada mesin *extruder 70* sama dengan mesin *extruder 90* yang membedakan adalah ukuran yang dibentuk oleh mesin. Komponen-komponen penyusun dari mesin *extruder 70* sama dengan komponen penyusun dari mesin *extruder 90*.

Tabel 5.7 Distribusi dan Parameter Distribusi Mesin *Extruder 70*

Results Report EXT 70	
Report Type	Weibull++ Results
User Info	
Name	rindi kusumawardani
Company	Universitas Gadjah Mada
Date	08/06/2018
Parameters	
Distribution	Exponential 1P
Analysis	RRX
CB Method	FM
Ranking	MED
Mean Time (hr)	1723,608819
LK Value	-302,225697
Rho	-0,994668
Fail \ Susp	36 \ 0

Tabel 5.7 Distribusi dan Parameter Distribusi Mesin *Extruder* 70 (lanjutan)

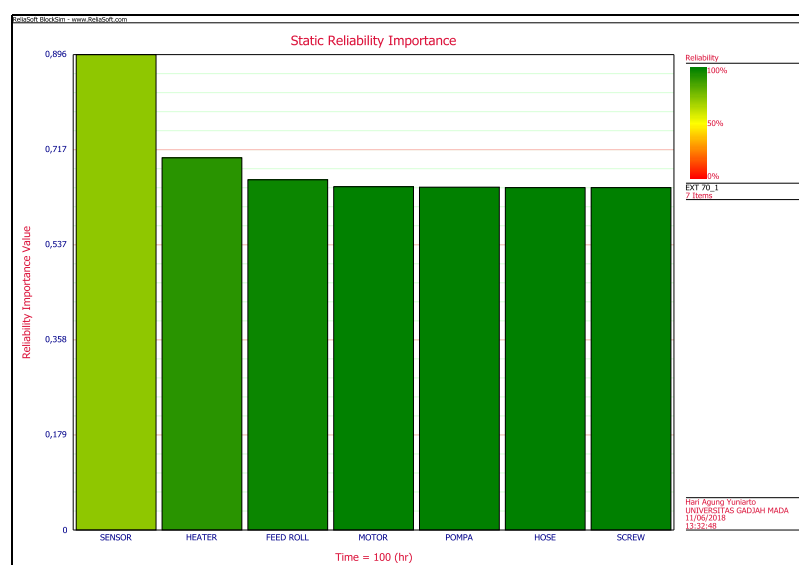
LOCAL VAR/COV MATRIX	
Var-Theta=93144,696626 [Note: Theta = 1 / Lambda]	

Distribusi pada mesin *extruder* 70 adalah distribusi eksponensial dengan satu parameter dan dengan *meantime* 1723,608819 dalam satuan waktu jam (*hr*). Gambar *Functional Block Diagram* pada komponen dapat dilihat pada Lampiran 3

Tabel 5.8 Distribusi dan Parameter Distribusi Komponen pada Mesin *Extruder* 70

Komponen	Distribusi
<i>heater</i>	2P WEIBULL
	beta; 0,580487
	eta; 7216,379359
<i>motor</i>	2P WEIBULL
	beta; 1,193476
	eta; 14346,525773
<i>hose</i>	2P EXP
	mean time; 6432,31
	gamma; 5324,32
<i>sensor</i>	2P WEIBULL
	beta; 0,291675
	eta; 4556,78647
<i>screw</i>	2P EXP
	mean time; 19953,884
	gamma; 1394,319
<i>pompa</i>	2P WEIBULL
	beta; 1,36436
	eta; 12367,232143
<i>feed roll</i>	2P WEIBULL
	beta; 0,889667
	eta; 7068,55797

Komponen pada mesin *extruder 70* tersusun secara seri artinya jika satu komponen mengalami kerusakan maka mesin akan langsung berhenti berjalan sesuai fungsinya. Hal ini dapat memberikan kerugian kepada perusahaan yakni kerugian waktu yang terbuang karena jam operasional mesin terbuang, kemudian kerugian dikarenakan berhentinya proses produksi. Pada Gambar 5.4 dapat diketahui bahwa komponen yang merupakan komponen kritis, komponen yang berpengaruh pada nilai *reliability* mesin adalah komponen *sensor*. Komponen *sensor* pada mesin *extruder* memiliki fungsi sebagai pemberi sinyal kepada operator jika kondisi tekanan dan *temperature* dalam mesin *extruder* tidak sesuai dengan setting.



Gambar 5.4 *Static Reliability Importance* Mesin *Extruder 70*

5.3.4 *Microwave 1*

Proses yang terjadi pada mesin *Microwave* adalah proses pengembangan material, sama halnya proses *microwave* pada proses pembuatan roti, pemanasan yang dilakukan guna mengembangkan material. Material yang dikembangkan adalah material *silicon*. Proses pemanasan *microwave* ini menggunakan generator untuk menghasilkan gelombang-gelombang magnetron untuk mengembangkan

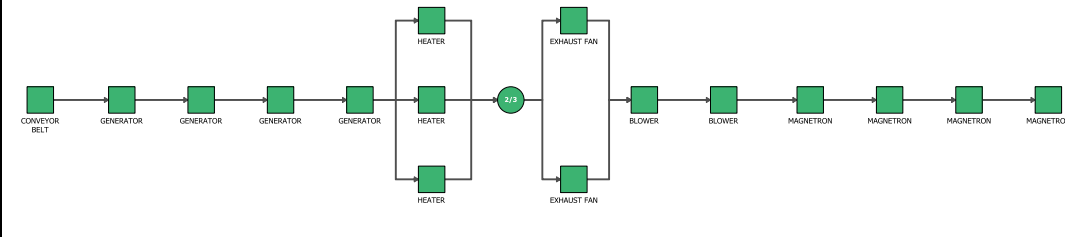
material. Terdapat dua kali proses *microwave*, yakni material dikembangkan pada tahap awal di *microwave 1* kemudian dikembangkan sesuai spesifikasinya pada *microwave 2*.

Tabel 5.9 Distribusi dan Parameter Distribusi Mesin *Microwave 1*

Results Report M/W 1	
Report Type	Weibull++ Results
User Info	
Name	rindi kusumawardani
Company	Universitas Gadjah Mada
Date	08/06/2018
Parameters	
Distribution	Weibull 2P
Analysis	RRX
CB Method	FM
Ranking	MED
Beta	0,739931
Eta (hr)	1856,760954
LK Value	-223,381406
Rho	0,98254
Fail \ Susp	26 \ 0
LOCAL VAR/COV MATRIX	
Var-Beta=0,013672	CV Eta
	Beta=13,648393
CV Eta	Var-
Beta=13,648393	Eta=282648,483692

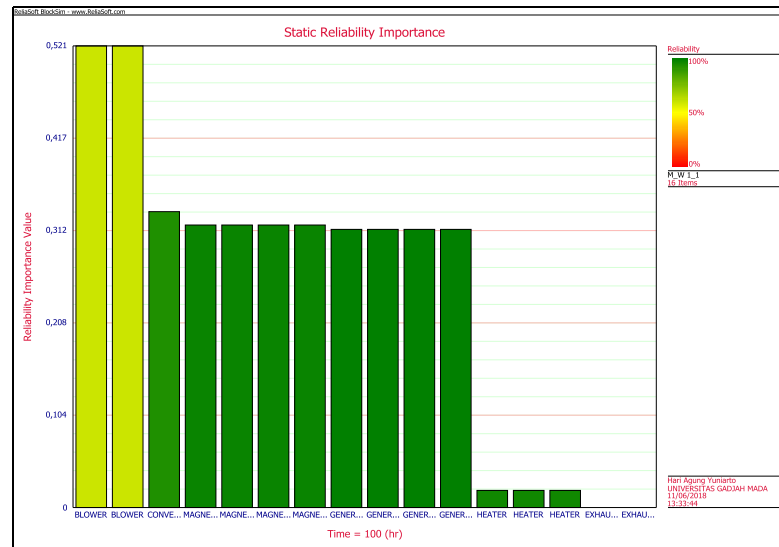
Tabel 5.9 merupakan hasil keluaran *software Weibull++* untu mesin *Microwave 1*. Pada tabel 5.9 diketahui distribusi pada *microwave 1* adalah Weibull dengan 2-Parameter yakni beta dan eta dalam satuan unit jam (*hr*), nilai beta untuk *microwave 1* adalag 0,739931 dan nilai eta 1856,760954. Gambar *Functional Block Diagram* pada komponen dapat dilihat pada Lampiran 3

Tabel 5.10 Distribusi dan Parameter Distribusi Komponen pada Mesin

Microwave 1


KOMPONEN	DISTRIBUSI
<i>Blower</i>	2P WEIBULL
	beta; 0,268605
	eta; 1240,290078
<i>Exhaust Fan</i>	2P EXP
	mean time; 6209,27
	gamma; 2550,288
<i>generator</i>	2P WEIBULL
	beta; 1,102
	eta; 11038,498
<i>Heater</i>	2P WEIBULL
	beta; 0,873711
	eta; 5084,822667
<i>magnetron</i>	2P WEIBULL
	beta; 1,00455
	eta; 5635,649181
<i>Teflon Belt</i>	2P EXP
	mean time; 3758,445
	gamma; 24

Komponen-komponen yang terdapat pada mesin *microwave 1* tersusun secara seri-paralel. Komponen *heater* dan *exhaust fan* tersusun secara paralel sehingga jika terjadi kerusakan pada dua komponen ini, mesin tidak langsung berhenti, mesin akan masih tetap berjalan sesuai dengan fungsinya. Terdapat tiga *heater* dimana jika dua *heater* masih berjalan maka sistem pada mesin *microwave* akan tetap berjalan tetapi jika tiga komponen rusak semua maka mesin tidak akan bisa menjalankan fungsinya.



Gambar 5.5 *Static Reliability Importance* Mesin *Microwave 1*

Pada Gambar 5.5 dapat dilihat bahwa komponen yang memberikan pengaruh besar pada pencapaian nilai *reliability* pada mesin *microwave 1* adalah komponen *blower*. *Blower* memiliki fungsi sebagai meniupkan uap panas yang terdapat pada *microwave* sehingga panas yang berada pada *microwave* rata. Terdapat dua *blower* yang disusun secara seri jadi jika satu *blower* rusak maka mesin *microwave* akan berhenti beroperasi.

5.3.5 *Microwave 2*

Sama halnya dengan proses yang terjadi pada mesin *microwave 1*. Pada mesin *microwave 2*, pengembangan material lebih ditekankan lagi sehingga sesuai dengan spesifikasinya.

Tabel 5.11 Distribusi dan Parameter Distribusi Mesin *Microwave 2*

Results Report M/W 2	
Report Type	Weibull++ Results
User Info	
Name	rindi kusumawardani
Company	Universitas Gadjah Mada

Tabel 5.11 Distribusi dan Parameter Distribusi Mesin *Microwave 2* (lanjutan)

Date	08/06/2018
Parameters	
Distribution	Weibull 2P
Analysis	RRX
CB Method	FM
Ranking	MED
Beta	0,804656
Eta (hr)	1364,894614
LK Value	-273,951068
Rho	0,992008
Fail \ Susp	33 \ 0
LOCAL VAR/COV MATRIX	
Var-Beta=0,012262	CV Eta
	Beta=10,742975
CV Eta	Var-
Beta=10,742975	Eta=96545,039747

Setelah dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan distribusi untuk mesin *microwaave 2* didapatkan distribusi untuk mesin adalah Distribusi Weibull dengan 2-Parameter, yakni beta 0,804656 dan eta 1364,894614 dalam satuan unit waktu jam (*hr*).

Tabel 5.12 Distribusi dan Parameter Distribusi Komponen pada Mesin *Microwave*

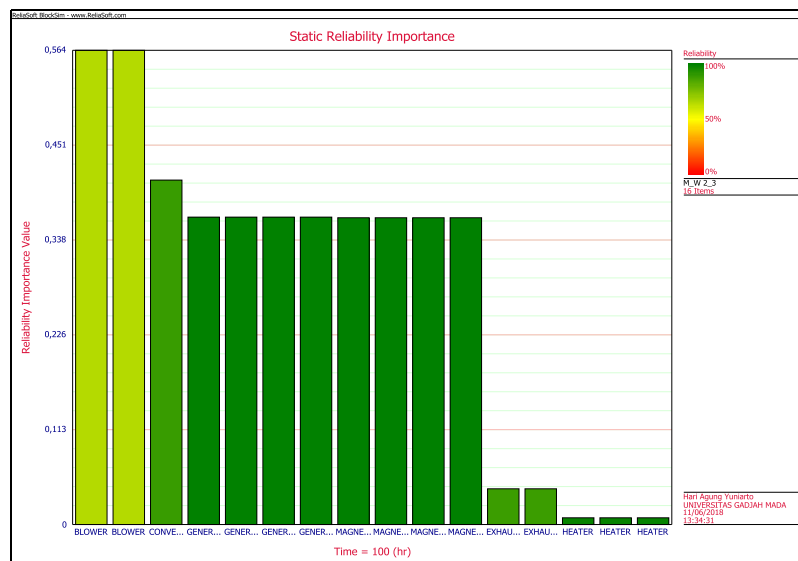
2

KOMPONEN	DISTRIBUSI
<i>Blower</i>	2P WEIBULL
	0,311544
	1440,18214
<i>Exhaust Fan</i>	2P WEIBULL
	0,532616
	5187,926374

Tabel 5.12 Distribusi dan Parameter Distribusi Komponen pada Mesin *Microwave* 2 (lanjutan)

<i>generator</i>	2P WEIBULL
	1,497
	20675,427
<i>Heater</i>	2P WEIBULL
	0,906353
	14293,46663
<i>magnetron</i>	1P EXP
	6604,52
<i>Teflon Belt</i>	2P WEIBULL
	0,725
	2232,299

Komponen-komponen yang terdapat pada mesin *microwave* 2 tersusun secara seri-paralel. Komponen *heater* dan *exhaust fan* tersusun secara paralel sehingga jika terjadi kerusakan pada dua komponen ini, mesin tidak langsung berhenti, mesin akan masih tetap berjalan sesuai dengan fungsinya. Terdapat tiga *heater* dimana jika dua *heater* masih berjalan maka sistem pada mesin *microwave* akan tetap berjalan tetapi jika tiga komponen rusak semua maka mesin tidak akan bisa menjalankan fungsinya. Gambar *Functional Block Diagram* pada komponen dapat dilihat pada Lampiran 3



Gambar 5.6 *Static Reliability Importance* Mesin Microwave 2

Pada Gambar 5.6 dapat dilihat bahwa komponen yang memberikan pengaruh besar pada pencapaian nilai *reliability* pada mesin *microwave* 2 adalah komponen *blower*. *Blower* memiliki fungsi sebagai meniupkan uap panas yang terdapat pada *microwave* sehingga panas yang berada pada *microwave* rata. Terdapat dua *blower* yang disusun secara seri jadi jika satu *blower* rusak maka mesin *microwave* akan berhenti beroperasi.

5.3.6 Oven 1

Proses yang terjadi pada mesin *Oven* adalah proses pemanasan material. Hal ini dilakukan karena sifat dari material *rubber* yang susah untuk menjadi *hardness*, berbeda dengan material plastik yang tanpa pemanasan material tersebut sudah *fix* sehingga dengan proses *Oven* diharapkan material *rubber* yang telah menjadi *part* lebih *fix* bentuk nya.

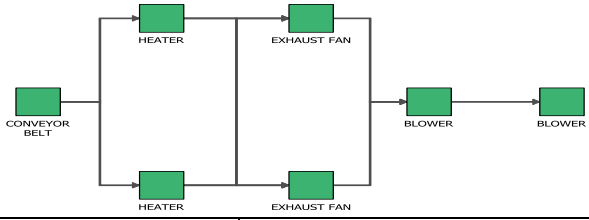
Komponen pada mesin *Oven* ini yang pasti adalah *heater*. *Heater* adalah komponen utama dalam mesin *Oven*, jika *heater* tidak berfungsi dengan baik maka proses pemanasan tidak akan menghasilkan hasil yang sempurna. Disamping itu, juga ada komponen *teflon belt* untuk tempat material ketika

dijalankan dengan *conveyor* agar material tidak mengulur. Komponen *blower* yang fungsinya sama dengan *blower* pada mesin *microwave* yakni meniupkan udara panas didalam *Oven*.

Tabel 5.13 Distribusi dan Parameter Distribusi Mesin *Oven* 1

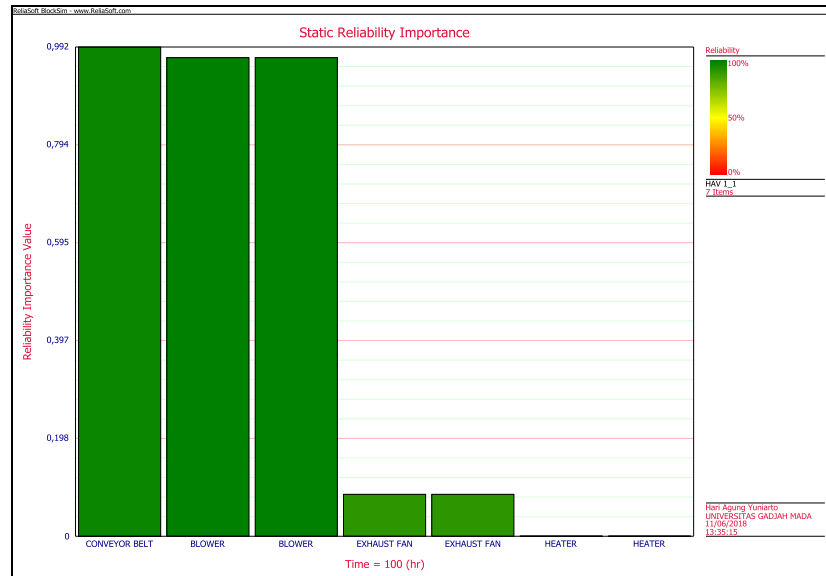
Results Report OVEN 1	
Report Type	Weibull++ Results
User Info	
Name	rindi kusumawardani
Company	Universitas Gadjah Mada
Date	08/06/2018
Parameters	
Distribution	Weibull 2P
Analysis	RRX
CB Method	FM
Ranking	MED
Beta	1,247872
Eta (hr)	2908,919134
Rho	0,981421
Pnz	0,971428571
Fail \ Susp	35 \ 0
LOCAL VAR/COV MATRIX	
Var-Beta=0,026587	CV Eta
	Beta=30,101738
CV Eta	Var-
Beta=30,101738	Eta=175006,163191

Setelah dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan distribusi untuk mesin *Oven* 1 didapatkan distribusi untuk mesin adalah Distribusi Weibull dengan 2-Parameter, yakni beta 1,247872 dan eta 2908,919134 dalam satuan unit waktu jam (*hr*). Gambar *Functional Block Diagram* pada komponen dapat dilihat pada Lampiran 3

Tabel 5.14 Distribusi dan Parameter Distribusi Komponen pada Mesin *Oven1*


KOMPONEN	DISTRIBUSI
<i>blower</i>	2P EXP
	9042,022
	5009,077
<i>Exhaust Fan</i>	2P WEIBULL
	0,496541
	12490,16319
<i>heater</i>	2P WEIBULL
	1,052637
	17732,38391
<i>Teflon Belt</i>	2P WEIBULL
	1,027168
	4094,975583

Komponen-komponen yang terdapat pada mesin *Oven 1* tersusun secara seri-paralel. Komponen *heater* dan *exhaust fan* tersusun secara paralel sehingga jika terjadi kerusakan pada dua komponen ini, mesin tidak langsung berhenti, mesin akan masih tetap berjalan sesuai dengan fungsinya. Pada komponen *heater* dan *exhaust fan* terdapat dua komponen yang disambung secara paralel sehingga jika satu komponen tidak berfungsi, mesin masih dapat beroperasi. Namun, jika kedua komponen tidak berfungsi maka mesin akan berhenti beroperasi. Penyusunan komponen, mesin yang dilakukan secara paralel mengurangi kerugian yang terjadi, yakni kerugian waktu yang hilang karena proses produksi berhenti.



Gambar 5.7 *Static Reliability Importance* Mesin Oven 1

Pada Gambar 5.7 dapat dilihat bahwa komponen yang memberikan pengaruh besar pada pencapaian nilai *reliability* pada mesin *Oven 1* adalah komponen *Conveyor Belt*. Dari data historis kerusakan untuk mesin *Oven 1*, kerusakan yang terjadi dikarenakan *conveyor belt* yang rusak sehingga mesin tidak dapat beroperasi dengan baik.

5.3.7 *Oven 2*

Sama halnya dengan mesin *Oven 1*, pada *Oven 2* proses yang terjadi pada mesin *Oven 2* adalah pemanasan material tahap kedua. Pada *Oven 2*, suhu panas yang diberikan lebih tinggi dibandingkan dengan suhu panas yang terdapat pada *Oven 1*. Pemanasan yang dilakukan ini berfungsi agar profil yang dicetak lebih *fix* dan tidak berubah-ubah bentuknya.

Sama seperti pada mesin *Oven 1*, komponen pada mesin *Oven 2* diantaranya adalah *heater*, *blower*, *exhaust fan*, dan *teflon belt*.

Tabel 5.15 Distribusi dan Parameter Distribusi Mesin *Oven 2*

Results Report <i>OVEN 2</i>	
Report Type	Weibull++ Results
User Info	
Name	rindi kusumawardani
Company	Universitas Gadjah Mada
Date	08/06/2018
Parameters	
Distribution	Weibull 2P
Analysis	RRX
CB Method	FM
Ranking	MED
Beta	1,084906
Eta (hr)	2442,160962
LK Value	-360,396571
Rho	0,973268
Pnz	0,976190476
Fail \ Susp	42 \ 0
LOCAL VAR/COV MATRIX	
Var-Beta=0,015633	CV Eta
	Beta=17,057528
CV Eta	Var-
Beta=17,057528	Eta=136050,225149

Setelah dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan distribusi untuk mesin *Oven 1* didapatkan distribusi untuk mesin adalah Distribusi Weibull dengan 2-Parameter, yakni beta 1,084906 dan eta 2442,160962 dalam satuan unit waktu jam (*hr*).

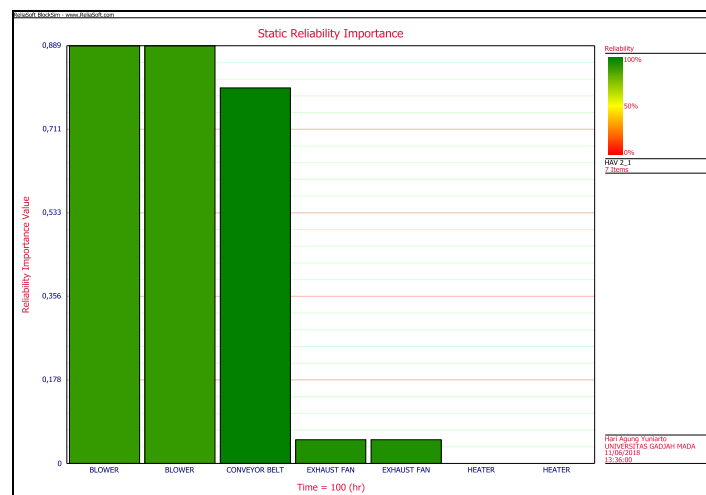
Tabel 5.16 Distribusi dan Parameter Distribusi Komponen pada Mesin *Oven 2*

KOMPONEN	DISTRIBUSI
<i>blower</i>	2P WEIBULL
	0,459625
	12156,79531
<i>Exhaust Fan</i>	2P WEIBULL
	0,597627
	9639,682458

Tabel 5.16 Distribusi dan Parameter Distribusi Komponen pada Mesin *Oven 2*
(lanjutan)

<i>heater</i>	2P WEIBULL
	0,81881
	24301,442
<i>Teflon Belt</i>	2P WEIBULL
	1,560258
	3676,794778

Komponen-komponen yang terdapat pada mesin *Oven 2* tersusun secara seri-paralel. Komponen *heater* dan *exhaust fan* tersusun secara paralel sehingga jika terjadi kerusakan pada dua komponen ini, mesin tidak langsung berhenti, mesin akan masih tetap berjalan sesuai dengan fungsinya. Pada komponen *heater* dan *exhaust fan* terdapat dua komponen yang disambung secara paralel sehingga jika satu komponen tidak berfungsi, mesin masih dapat beroperasi. Namun, jika kedua komponen tidak berfungsi maka mesin akan berhenti beroperasi. Penyusunan komponen, mesin yang dilakukan secara paralel mengurangi kerugian yang terjadi, yakni kerugian waktu yang hilang karena proses produksi berhenti. Gambar *Functional Block Diagram* pada komponen dapat dilihat pada Lampiran 3



Gambar 5.8 *Static Reliability Importance* Mesin *Oven 2*

Pada Gambar 5.8 dapat dilihat bahwa komponen yang memberikan pengaruh besar pada pencapaian nilai *reliability* pada mesin *Oven 2* adalah komponen *blower*. Fungsi dari komponen *blower* sama dengan fungsi *blower* pada mesin *microwave* yakni meniupkan udara panas pada *Oven* sehingga panas yang berada dalam tabung *Oven* merata. Tingginya tingkat kerusakan pada mesin *blower* akan mempengaruhi *reliability* pada mesin. Jika *blower* mengalami kerusakan maka mesin *Oven 2* tidak dapat beroperasi. Hal ini dikarenakan komponen *blower* disusun secara seri yang artinya jika komponen ini rusak maka mesin akan berhenti beroperasi.

5.3.8 *Oven 3*

Seperti dengan mesin *Oven 1* dan *Oven 2*, proses pada mesin *Oven 3* merupakan pemanasan profil pada tahap ketiga. Hal ini dilakukan agar bentuk profile menjadi lebih *fix*.

Tabel 5.17 Distribusi dan Parameter Distribusi Mesin *Oven 3*

Results Report OVEN3	
Report Type	Weibull++ Results
User Info	
Name	rindi kusumawardani
Company	Universitas Gadjah Mada
Date	08/06/2018
Parameters	
Distribution	Exponential 2P
Analysis	RRX
CB Method	FM
Ranking	MED
Mean Time (hr)	2520,00474
Gamma (hr)	155,059197
LK Value	-299,367844
Rho	-0,993235
Fail \ Susp	34 \ 0
LOCAL VAR/COV MATRIX	
Var- Theta=197472,052598 [Note: Theta = 1 / Lambda]	

Sama seperti pada mesin *Oven 1*, komponen pada mesin *Oven 2* diantaranya adalah *heater*, *blower*, *exhaust fan*, dan *teflon belt*.

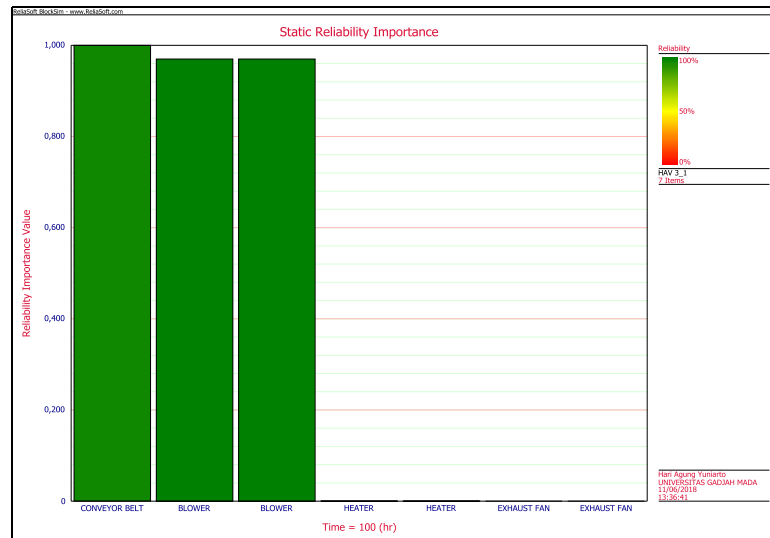
Hasil pengolahan untuk mengetahui distribusi pada mesin *Oven 3* didapatkan bahwa distribusi yang *fit* untuk waktu antar kerusakan pada *Oven 3* adalah *exponential* dengan 2-Parameter, dengan nilai *mean time* 252,00474 dan *gamma* 155,0599197 dalam satuan unit waktu jam (*hr*).

Tabel 5.18 Distribusi dan Parameter Distribusi Komponen pada Mesin *Oven 3*

KOMPONEN	DISTRIBUSI
<i>blower</i>	2P EXP
	462,913365
	5143,566539
<i>Exhaust Fan</i>	2P WEIBULL
	1,994533
	43888,70935
<i>heater</i>	2P WEIBULL
	1,680716
	20656,05259
<i>Teflon Belt</i>	2P WEIBULL
	1,031253
	2944,95168

Komponen-komponen yang terdapat pada mesin *Oven 3* tersusun secara seri-paralel. Komponen *heater* dan *exhaust fan* tersusun secara paralel sehingga jika terjadi kerusakan pada dua komponen ini, mesin tidak langsung berhenti, mesin akan masih tetap berjalan sesuai dengan fungsinya. Pada komponen *heater* dan *exhaust fan* terdapat dua komponen yang disambung secara paralel sehingga jika satu komponen tidak berfungsi, mesin masih dapat beroperasi. Namun, jika kedua komponen tidak berfungsi maka mesin akan berhenti beroperasi. Penyusunan komponen, mesin yang dilakukan secara paralel mengurangi kerugian yang terjadi, yakni kerugian waktu yang hilang karena proses produksi

berhenti. Gambar *Functional Block Diagram* pada komponen dapat dilihat pada Lampiran 3



Gambar 5.9 *Static Reliability Importance* Mesin Oven 3

Pada Gambar 5.9 dapat dilihat bahwa komponen yang memberikan pengaruh besar pada pencapaian nilai *reliability* pada mesin Oven 3 adalah komponen *Conveyor Belt*. Dari data historis kerusakan untuk mesin Oven 3, kerusakan yang terjadi dikarenakan *conveyor belt* yang rusak sehingga mesin tidak dapat beroperasi dengan baik.

5.3.9 *Cooling Batch*

Proses yang terjadi pada mesin *cooling batch* adalah proses pendinginan. Setelah melalui proses pengembangan pada mesin *microwave*, selanjutnya dipanaskan pada mesin Oven agar bentuk profile lebih *fix*, setelah dipanaskan kemudian langsung didinginkan dengan mesin *cooling batch* agar profile menjadi lebih keras dan tidak berubah bentuk.

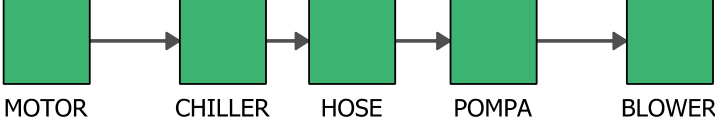
Dingin yang dihasilkan pada mesin *cooling batch* berasal dari *chiller* yang mendapatkan air dari *water tank*. Air yang digunakan untuk mendinginkan profile tanpa melalui proses *treatment* sehingga tidak terdapat proses *water treatment*.

Tabel 5.19 Distribusi dan Parameter Distribusi Mesin *Cooling Batch*

Results Report COOLING BATCH	
Report Type	Weibull++ Results
User Info	
Name	rindi kusumawardani
Company	Universitas Gadjah Mada
Date	08/06/2018
Parameters	
Distribution	Weibull 2P
Analysis	RRX
CB Method	FM
Ranking	MED
Beta	0,526179
Eta (hr)	4635,115918
LK Value	-133,609537
Rho	0,978553
Fail \ Susp	14 \ 0
LOCAL VAR/COV MATRIX	
Var-Beta=0,013181	CV Eta
	Beta=56,525227
CV Eta	Var-
Beta=56,525227	Eta=6,896800E+06

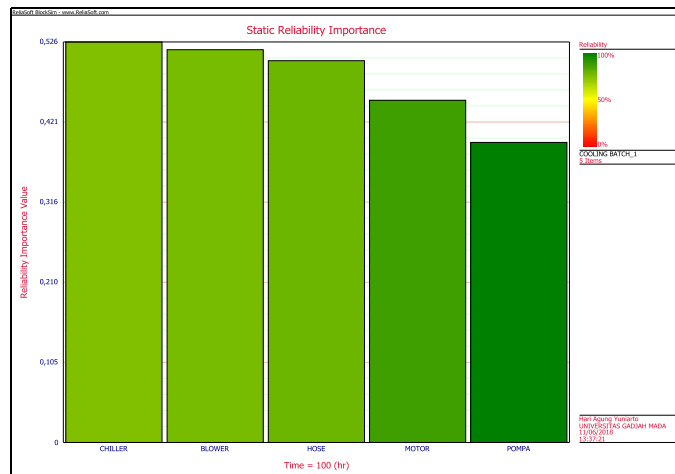
Setelah dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan distribusi untuk mesin *cooling batch* didapatkan distribusi untuk mesin adalah Distribusi Weibull dengan 2-Parameter, yakni beta 0,52617 dan eta 4635,115918 dalam satuan unit waktu jam (*hr*). Gambar *Functional Block Diagram* pada komponen dapat dilihat pada Lampiran 3

Tabel 5.20 Distribusi dan Parameter Distribusi Komponen pada Mesin *Cooling Batch*

	
Komponen	Distribusi
<i>blower</i>	2P WEIBULL
	0,434432
	2044,944965
<i>Chiller</i>	2P WEIBULL
	0,309225
	5531,648613
<i>Hose</i>	2P WEIBULL
	0,555493
	1293,492113
<i>motor</i>	2P WEIBULL
	0,457257
	8410,419692
Pompa	2P WEIBULL
	1,561379
	21147,60527

Komponen-komponen yang terdapat pada mesin *cooling batch* antara lain *chiller*, *hose* (selang), *blower* yang berfungsi untuk meniupkan angin agar air pada proses *cooling batch* tidak ikut ke proses selanjutnya (mengeringkan). Selain itu, terdapat pompa yang memompa air dari tangki ke selang-selang dan motor yang menggerakkan putaran *conveyor*.

Komponen-komponen pada mesin *cooling batch* tersusun secara seri, artinya jika satu komponen mengalami kerusakan maka mesin tidak dapat beroperasi. Hal ini dapat memberikan seperti hilangnya waktu yang terbuang untuk proses *repair*.



Gambar 5.10 *Static Reliability Importance* Mesin *Cooling Batch*

Pada mesin *cooling batch* terdapat beberapa komponen yang memiliki pengaruh pada nilai *reliability* mesin, yakni mesin *chiller*, *blower*, dan *hose*. Hal ini dapat dikarenakan waktu antar kerusakan yang terjadi pada ketiga komponen tersebut lebih berdekatan dan sering jika dibandingkan dengan komponen lainnya. Hal ini dapat diperbaiki dengan penambahan rangkaian paralel pada *chiller*, *hose*, dan *blower*.

5.3.10 Pulling

Proses yang terjadi pada mesin *pulling* adalah proses menarik profile sehingga dari awal proses, profile akan terus tertarik hingga pada proses *pulling*. Proses yang terjadi hanya proses penarikan profile sehingga profile tidak kendur.

Tabel 5.21 Distribusi dan Parameter Distribusi Mesin *Pulling*

Results Report PULLING	
Report Type	Weibull++ Results
User Info	
Name	rindi kusumawardani
Company	Universitas Gadjah Mada
Date	08/06/2018
Parameters	
Distribution	Weibull 2P
Analysis	RRX
CB Method	FM

Tabel 5.21 Distribusi dan Parameter Distribusi Mesin *Pulling* (lanjutan)

Ranking	MED
Beta	0,697782
Eta (hr)	3877,932958
LK Value	-232,567136
Rho	0,979524
Fail \ Susp	25 \ 0
LOCAL VAR/COV MATRIX	
Var-Beta=0,014170	CV Eta Beta=16,003235
CV Eta Beta=16,003235	Var- Eta=1,560427E+06

Setelah dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan distribusi untuk mesin *pulling* didapatkan distribusi untuk mesin adalah Distribusi Weibull dengan 2-Parameter, yakni beta 0,697782 dan eta 3877,932958 dalam satuan unit waktu jam (*hr*).

Tabel 5.22 Distribusi dan Parameter Distribusi Komponen pada Mesin *Pulling*

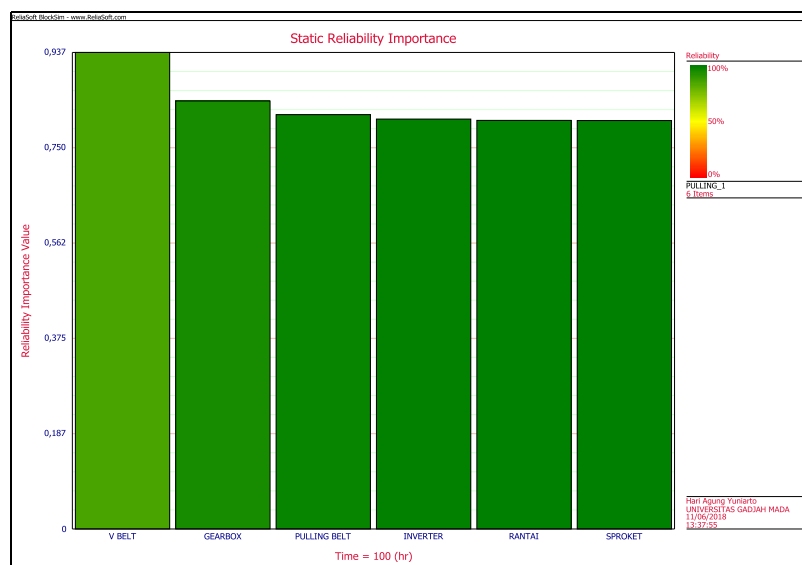
Komponen	Distribusi
<i>gearbox</i>	2P WEIBULL
	0,519501
	36352,66241
<i>inverter</i>	2P WEIBULL
	0,885363
	58542,4197
<i>pulling belt</i>	1P EXP
	6987,655638
<i>rantai</i>	2P WEIBULL
	1,245224
	54745,19091

Tabel 5.22 Distribusi dan Parameter Distribusi Komponen pada Mesin *Pulling* (lanjutan)

<i>sproket</i>	2P EXP
	38421,80926
	17764,02273
<i>V Belt</i>	2P WEIBULL
	0,477676
	5006,52776

Komponen-komponen pada mesin *pulling* tersusun secara seri, artinya jika satu komponen mengalami kerusakan maka mesin tidak dapat beroperasi. Hal ini dapat memberikan seperti hilangnya waktu yang terbuang untuk proses *repair*. Gambar *Functional Block Diagram* pada komponen dapat dilihat pada Lampiran

3



Gambar 5.11 *Static Reliability Importance* Mesin *Pulling*

Pada mesin *pulling* terdapat komponen *v belt* yang memiliki pengaruh pada nilai *reliability* pada mesin *pulling*. Fungsi dari *v belt* adalah sebagai bantalan pada roda-roda sehingga profil tidak langsung menyentuh roda.

5.3.11 *Breaking*

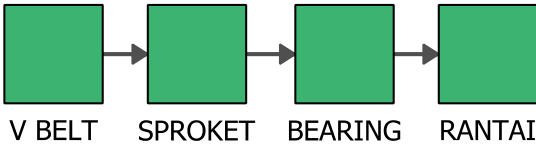
Proses yang terjadi pada mesin *breaking* adalah mematahkan *insert* yang terdapat pada *profile* sehingga *profile* lebih mudah untuk dibentuk. Pada mesin *breaking*, *insert* yang semula berbentuk lonjoran lurus dipatahkan menjadi keping-kepingan kecil sehingga lebih mudah untuk dibentuk.

Tabel 5.23 Distribusi dan Parameter Distribusi Mesin *Breaking*

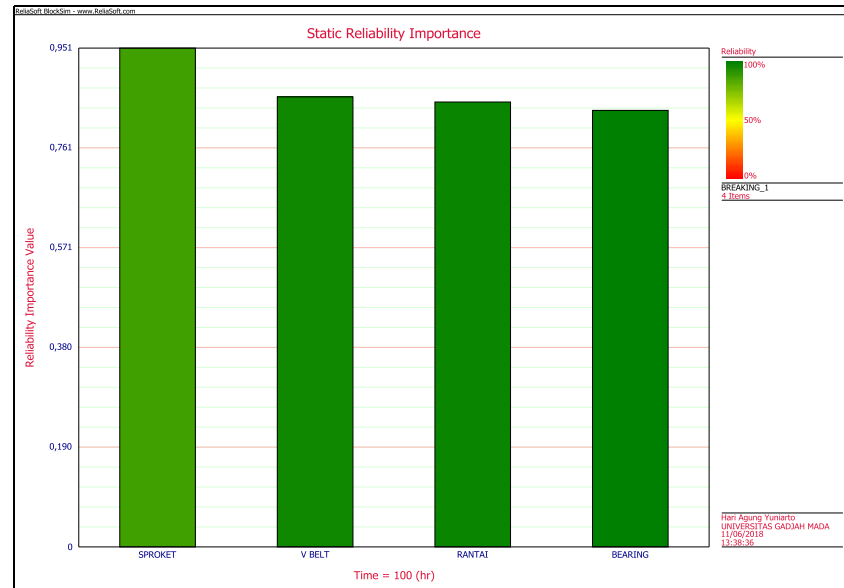
Results Report BREAKING	
Report Type	Weibull++ Results
User Info	
Name	rindi kusumawardani
Company	Universitas Gadjah Mada
Date	08/06/2018
Parameters	
Distribution	Weibull 2P
Analysis	RRX
CB Method	FM
Ranking	MED
Beta	0,887662
Eta (hr)	3299,230678
LK Value	-145,808789
Rho	0,982698
Fail \ Susp	16 \ 0
LOCAL VAR/COV MATRIX	
Var-Beta=0,033129	CV Eta Beta=40,232215
CV Eta Beta=40,232215	Var- Eta=990913,979779

Setelah dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan distribusi untuk mesin *breaking* didapatkan distribusi untuk mesin adalah Distribusi Weibull dengan 2-Parameter, yakni beta 0,887662 dan eta 3299,230678 dalam satuan unit waktu jam (*hr*).

Tabel 5.24 Distribusi dan Parameter Distribusi Komponen pada Mesin *Breaking*

	
Komponen	Distribusi
<i>bearing</i>	2P WEIBULL
	1,74963
	13876,67313
rantai	2P WEIBULL
	0,882413
	8832,470714
<i>sproket</i>	2P WEIBULL
	0,469176
	7299,724711
<i>V Belt</i>	2P WEIBULL
	0,85
	6002,699759

Komponen-komponen pada mesin *breaking* tersusun secara seri, artinya jika satu komponen mengalami kerusakan maka mesin tidak dapat beroperasi. Hal ini dapat memberikan seperti hilangnya waktu yang terbuang untuk proses *repair*. Gambar *Functional Block Diagram* pada komponen dapat dilihat pada Lampiran



Gambar 5.12 *Static Reliability Importance* Mesin *Breaking*

Pada Gambar 5.12 dapat diketahui bahwa komponen *sproket* memiliki pengaruh yang tinggi pada nilai *reliability* pada mesin *breaking*. Fungsi dari *sproket* adalah sebagai penggerak sehingga rantai pada mesin dapat berputar dan sebagai wadah rantai. Jika *sproket* mengalami kerusakan maka sebagai alat penggerak rantai untuk menggerakkan *v-belt* tidak dapat beroperasi dan *profile* tidak dapat dipatahkan.

5.3.12 *Bending*

Fungsi dari mesin *bending* adalah untuk membengkokkan *profile* sesuai dengan spesifikasi. *Profile* yang semula berbentuk lurus dibentuk agak sedikit bengkok sehingga sesuai dengan spesifikasi produk.

Tabel 5.25 Distribusi dan Parameter Distribusi Mesin *Bending*

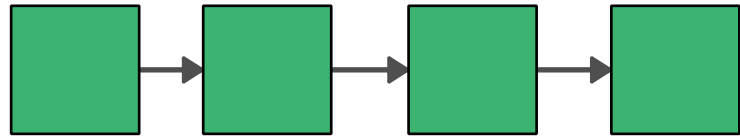
Results Report BENDING	
Report Type	Weibull++ Results
User Info	
Name	rindi kusumawardani

Tabel 5.25 Distribusi dan Parameter Distribusi Mesin *Bending* (lanjutan)

Company	Universitas Gadjah Mada
Date	08/06/2018
Parameters	
Distribution	Exponential 2P
Analysis	RRX
CB Method	FM
Ranking	MED
Mean Time (hr)	2540,82838
Gamma (hr)	300,445885
LK Value	-158,312503
Rho	-0,972057
Fail \ Susp	18 \ 0
LOCAL VAR/COV MATRIX	
Var- Theta=394219,703607 [Note: Theta = 1 / Lambda]	

Setelah dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan distribusi untuk mesin *breaking* didapatkan distribusi untuk mesin adalah Distribusi Eksponensial dengan 2-Parameter, yakni mean time 2540,8283 dan gamma 300,445885 dalam satuan unit waktu jam (*hr*).

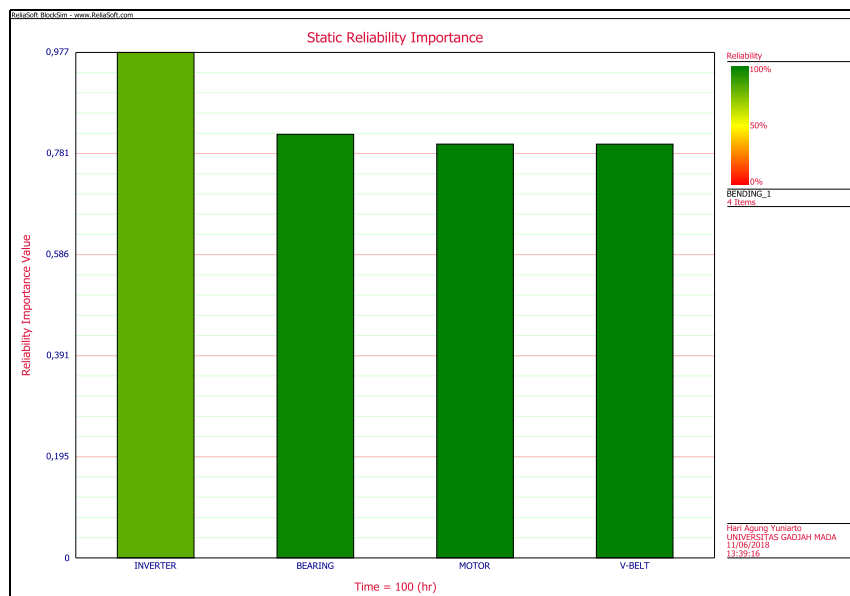
Tabel 5.26 Distribusi dan Parameter Distribusi Komponen pada Mesin *Bending*

	
MOTOR	INVERTER
V-BELT	BEARING
Komponen	Distribusi
<i>bearing</i>	2P WEIBULL
	0,73813
	16136,35465

Tabel 5.26 Distribusi dan Parameter Distribusi Komponen pada Mesin *Bending* (lanjutan)

<i>inverter</i>	2P WEIBULL
	0,313453
	16927,87743
<i>Motor</i>	2P WEIBULL
	2,092866
	23454,09215
<i>V Belt</i>	2P WEIBULL
	1,094
	4585,4

Komponen-komponen pada mesin *breaking* tersusun secara seri, artinya jika satu komponen mengalami kerusakan maka mesin tidak dapat beroperasi. Hal ini dapat memberikan seperti hilangnya waktu yang terbuang untuk proses *repair*. Gambar *Functional Block Diagram* pada komponen dapat dilihat pada Lampiran 3



Gambar 5.13 *Static Reliability Importance* Mesin *Bending*

Pada Gambar 5.13 dapat diketahui bahwa komponen *inverter* memiliki pengaruh yang tinggi pada nilai *reliability* pada mesin *bending*. Fungsi dari

inverter adalah mengatur putaran pada *gearbox* sehingga putaran *v belt* sesuai dengan putaran yang di-*input*-kan pada mesin.

5.3.13 Cutting

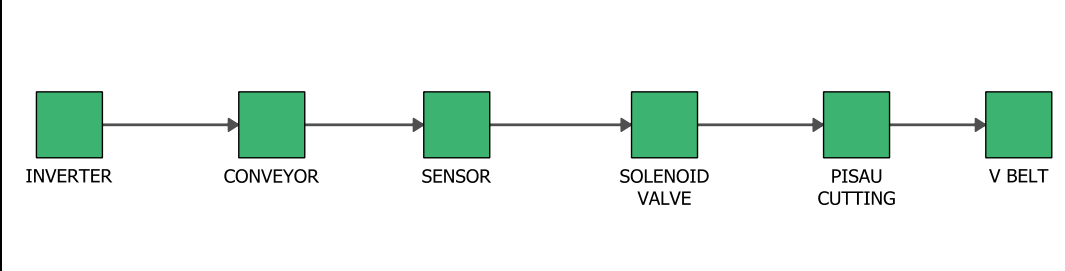
Proses *cutting* merupakan proses akhir dari proses *extrusion*. Pada proses ini profile yang sudah dibentuk sesuai spesifikasi dipotong dengan menggunakan pisau *cutting* yang dibantu dengan *solenoid valve* untuk menaikkan dan menurunkan pisau *cutting*.

Tabel 5.27 Distribusi dan Parameter Distribusi Mesin *Cutting*

Results Report CUTTING	
Report Type	Weibull++ Results
User Info	
Name	rindi kusumawardani
Company	Universitas Gadjah Mada
Date	08/06/2018
Parameters	
Distribution	Weibull 2P
Analysis	RRX
CB Method	FM
Ranking	MED
Beta	0,920872
Eta (hr)	2151,059623
LK Value	-408,162236
Rho	0,989108
Fail \ Susp	47 \ 0
LOCAL VAR/COV MATRIX	
Var-Beta=0,011227	CV Eta
	Beta=10,182642
CV Eta	Var-
Beta=10,182642	Eta=131350,995899

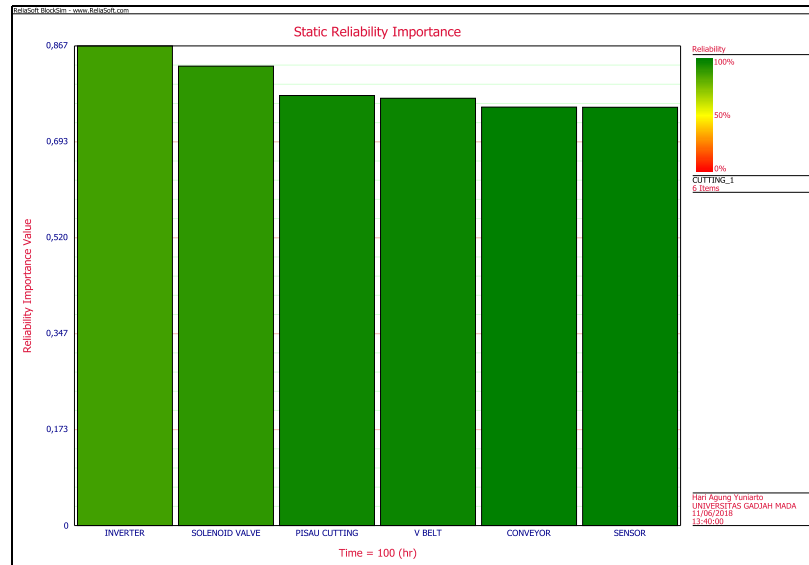
Setelah dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan distribusi untuk mesin *cutting* didapatkan distribusi untuk mesin adalah Distribusi Weibull dengan 2-Parameter, yakni beta 0,920872 dan eta 2151,059623 dalam satuan unit waktu jam (*hr*).

Tabel 5.28 Distribusi dan Parameter Distribusi Komponen pada Mesin *Cutting*

	
Komponen	Distribusi
<i>conveyor</i>	2P WEIBULL
	1,467544
	18812,57638
<i>inverter</i>	2P WEIBULL
	0,490497
	5765,657764
<i>Sensor</i>	2P WEIBULL
	2,456386
	14673,11708
<i>V Belt</i>	2P WEIBULL
	0,932942
	6253,318152
pisau cutting	2P WEIBULL
	5,875069
	44983,92997
<i>Solenoid Valve</i>	2P WEIBULL
	0,732093
	2536,189905

Komponen-komponen yang terdapat pada mesin *ccutting* adalah *inverter* yang berfungsi sebagai pengubah putaran motor. *Conveyor* yang berfungsi sebagai tempat *profile* selesai dipotong. *Sensor* berfungsi sebagai *sensor* yang memberikan tanda ketika komponen berada pada mesin *cutting*.

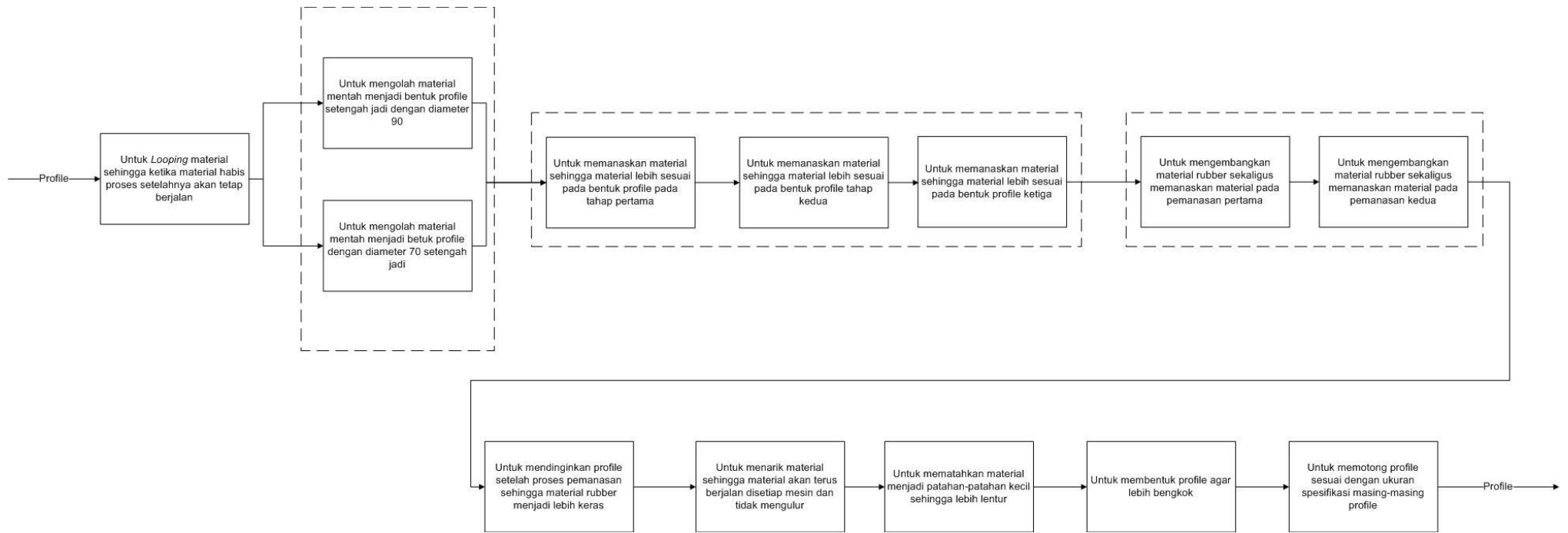
Komponen-komponen pada mesin *cutting* tersusun secara seri, artinya jika satu komponen mengalami kerusakan maka mesin tidak dapat beroperasi. Hal ini dapat memberikan seperti hilangnya waktu yang terbuang untuk proses *repair*. Gambar *Functional Block Diagram* pada komponen dapat dilihat pada Lampiran



Gambar 5.14 *Static Reliability Importance* Mesin *Cutting*

Pada Gambar 5.14 dapat dilihat bahwa hampir semua komponen yang terdapat pada mesin *cutting* memiliki pengaruh pada nilai *reliability* mesin *cutting*. Namun, yang paling tinggi nilai *reliability importance* nya adalah komponen *inverter*. Komponen *inverter* memiliki *frekuensi* kerusakan yang tidak banyak, terjadi empat kali kerusakan yakni pada tahun 2015, 2016 dan dua kali pada tahun 2017. Namun, jeda antar waktu kerusakan nya pendek sehingga nilai *reliability* untuk komponen *inverter* rendah.

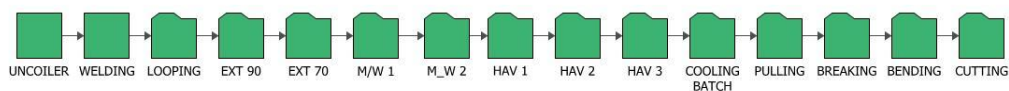
5.4 Menyusun *Funtional Block Diagram*



Gambar 5.15 *Funtional Block Diagram* Proses *Extrusion*

5.5 Menyusun *Reliability Block Diagram* dan Menghitung *Reliability*

Pada sub bab ini akan dimodelkan *Reliability Block Diagram* pada proses *Extrusion*. Penggambaran *Reliability Block Diagram* dari sistem ini didasarkan dari hasil wawancara dengan manager *maintenance* yang memiliki spesialis dibidang *maintenance* dan telah mendalami di bagian *maintenance* selama 15 tahun. Kemudian *supervisor* dari bagian *maintenance* dan sudah berkecimpung selama 10 tahun di bagian *maintenance*.



Gambar 5.16 *Reliability Block Diagram* Proses *Extrusion*

Pada penyusunan model *Reliability Block Diagram* didasarkan pada *Functional Block Diagram* yang terdapat pada Gambar 5.15 dan keterlibatan dari pihak perusahaan dalam menterjemahkan diagram proses dan *wiring diagram*. Hal ini dikarenakan pada kondisi nyata pada perusahaan belum adanya *variable* yang dapat dibandingkan dengan hasil perhitungan dengan *software* yang menunjukkan bahwa model telah *valid*. Seperti perhitungan *reliability*, perusahaan belum melakukan perhitungan *reliability* sehingga hal ini tidak bisa dilakukan perbandingan hasil antara sistem nyata dengan hasil simulasi. Model yang dibuat merupakan model yang menggambarkan hubungan antara mesin yang satu dengan mesin yang lain. Oleh karena itu, pada penelitian ini banyak melibatkan pihak perusahaan dalam membangun model *Reliability Block Diagram* pada proses *extrusion* dan dalam membuat model simulasi pada *scenario*. Keterlibatan pihak perusahaan diawali dengan adanya pembuatan RBD yang merupakan penterjemahan dari diagram proses dan *wiring diagram* yang dimiliki oleh perusahaan sehingga pihak perusahaan memiliki peran yang sangat penting dalam memberikan informasi mengenai mesin-mesin, hubungan antar mesin yang terdapat pada perusahaan. Setelah itu, pihak perusahaan juga ikut berperan dalam pembuatan model simulasi. Disini pihak perusahaan memiliki peran dalam

memberikan logika sistem yang terdapat pada kondisi nyata. Hal ini dikarenakan pihak perusahaan yang lebih mengetahui mengenai kondisi sistem tersebut bekerja secara normal. Logika yang diberikan tersebut kemudian dibangun dalam model simulasi. Dalam pembuatan *scneario*, terlebih dahulu dilakukan konsultasi kepada pihak perusahaan untuk meyakinkan bahwa logika yang terdapat pada model sudah sesuai dengan kondisi nyata yang terdapat dilapangan. Logika yang diberikan salah satu nya bahwa jika satu mesin dalam *Reliability Block Diagram* mengalami kerusakan atau *shutdown* maka satu rangkaian mesin dalam proses *extrussion* akan berhenti beroperasi. Disamping itu, penataan dari tata letak mesin pada proses *extrussion* di rangkai secara seri, berkesinambungan antara satu mesin dengan mesin lainnya.

Berikut ini merupakan hasil perhitungan *reliability* untuk proses *extrussion*. *Reliability* yang dihitung dalam jangka waktu 100 jam

Tabel 5.29 *Reliability* Proses *Extrussion*

Reliability (100)	Units
0,00416	Hour

5.6 *Reliability Allocation*

Reliability allocation sudah dijelaskan sebelumnya pada sub bab 3.10 bahwa untuk mencapai nilai *reliability system* yang ditarget kan maka sebelumnya diketahui terlebih dahulu mengenai komponen mana yang akan dinaikkan keandalannya berdasarkan tingkat kekritisannya, kesulitan dalam pelaksanaan dan biaya yang paling optimum. Untuk menentukan hal tersebut perlu dilakukan *reliability allocation* untuk menemukan komponen yang perlu ditingkatkan nilai *reliability* nya berdasarkan beberapa faktor, seperti faktor biaya, *reliability importance*, dan kesulitan dalam pelaksanaan. *Reliability allocation* pada sistem *extrussion*, dihitung dengan menggunakan *software Blocksim 11*.

Tabel 5.30 *Reliability Allocation* Sistem *Extrusion* selama 100 jam

System Results		
Reliability (100)	Target Reliability (100)	Units
0,00416	0,85	Hour

Tabel 5.30 Merupakan tabel *reliability allocation* untuk sistem *extrusion*, pada tabel didapatkan bahwa *reliability* sistem dalam kurun waktu 100 jam adalah 0,00416 atau 0,4% dan target *reliability* yang ditentukan adalah 0,85. Untuk rincian masing-masing mesin dapat dilihat pada tabel dibawah

Tabel 5.31 *Reliability Allocation* Sistem *Extrusion* pada masing – masing Mesin selama 100 jam

RBD1_1 (Cost Optimized)						
Block Name	Max. Achievable Reliability	Feasibility	RI (100)	Reliability (100)	Target Reliability (100)	Equivalent Parallel Units *
LOOPING	1	Easy (1)	0,004736	0,878221	0,993483	2,390502
EXT 90	1	Easy (1)	0,007718	0,538944	0,982076	5,194298
EXT 70	1	Easy (1)	0,006448	0,645087	0,985365	4,078011
M/W 1	1	Easy (1)	0,013281	0,313212	0,975512	9,872953
M_W 2	1	Easy (1)	0,011404	0,364746	0,976969	8,310962
OVEN 1	1	Easy (1)	0,004285	0,970766	0,997655	1,714282
OVEN 2	1	Easy (1)	0,005224	0,796291	0,990423	2,921564
OVEN 3	1	Easy (1)	0,004289	0,969912	0,997608	1,722683
COOLING BATCH	1	Easy (1)	0,010563	0,393813	0,977801	7,606825
PULLING	1	Easy (1)	0,005179	0,803137	0,990667	2,875999
BREAKING	1	Easy (1)	0,004998	0,832219	0,991725	2,685854
BENDING	1	Easy (1)	0,005202	0,799587	0,99054	2,899584
CUTTING	1	Easy (1)	0,005504	0,755724	0,989008	3,20026

Tabel 5.31 merupakan tabel hasil *reliability allocation* dengan metode *cost optimised* karena dengan metode ini didapatkan hasil pembagian komponen yang perlu dilakukan perbaikan dengan melihat biaya yang paling optimal untuk mengalokasikan masing-masing biaya. Dari Tabel 5.31 terdapat tiga mesin yang memiliki *reliability importance* yang tinggi. Artinya jika *reliability importance* dari suatu mesin tersebut tinggi maka mesin tersebut memiliki pengaruh dalam pencapaian nilai dari *reliability allocation*. Ketiga mesin tersebut adalah *microwave 1* dan 2 dan *cooling batch*. Sedangkan untuk mesin yang diperlukan ada nya perubahan adalah semua mesin karena nilai dari *reliability* saat ini dengan target

reliability nya tidak ada yang memiliki kesamaan maka semua mesin perlu dilakukan perbaikan. Target *reliability* yang berada untuk masing-masing mesin memperhitungkan seberapa tinggi tingkat kesulitan *spare part*, biaya yang dikeluarkan.

5.6.1 Reliability Allocation mesin Cooling Batch

Nilai *reliability* pada mesin *Cooling Batch* dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 5.32 Reliability Cooling Batch selama 100 jam

System Results		
Reliability (100)	Target Reliability (100)	Units
0,393813	0,977801	Hour

Pada Tabel 5.32 diketahui bahwa nilai *reliability* untuk mesin *Cooling Batch* sebesar 39% dengan target *reliability* yakni 0,977801 dalam satuan unit waktu jam (hr)

Tabel 5.33 Reliability Allocation Sistem Cooling Batch selama 100 jam untuk masing-masing Komponen

COOLING BATCH_1 (Cost Optimized)						
Block Name	Max. Achievable Reliability	Feasibility	RI (100)	Reliability (100)	Target Reliability (100)	Equivalent Parallel Units *
MOTOR	1	Easy (1)	0,449286	0,87653	0,996314	2,678684
CHILLER	1	Easy (1)	0,525835	0,748928	0,993404	3,633307
POMPA	1	Easy (1)	0,393905	0,999766	0,99996	1,210491
BLOWER	1	Easy (1)	0,515635	0,763743	0,993727	3,514987
HOSE	1	Easy (1)	0,501248	0,785665	0,994211	3,344899

Pada tabel 5.33 didapatkan bahwa komponen *kritis* untuk komponen *cooling batch* adalah komponen *chiller* dengan nilai *reliability importance* nya sebesar 0,525835 artinya bahwa komponen *chiller* memiliki pengaruh sebesar 52% pada nilai *reliability*. Komponen *chiller* merupakan komponen pendingin yang mendinginkan air guna mendinginkan *profile* setelah keluar dari proses pemanasan dengan menggunakan air yang dipompa dari *water tank*. Air yang digunakan pada proses *chiller* tidak menggunakan sistem *water treatment* namun

hanya berupa air dari tempat penampungan air kemudia disaring lalu dimasukkan ke dalam *water tank* lalu digunakan untuk proses produksi. Apabila *chiller* mengalami kerusakan maka proses pendinginan tidak dapat dilakukan.

5.6.2 Reliability Allocation mesin Microwave 2

Pada Tabel 5.31, nilai *reliability importance* untuk mesin *microwave 2* memiliki nilai sebesar 0,011404 artinya *microwave 2* memiliki pengaruh sebesar 1% dari keseluruhan sistem pada pencapaian nilai *reliability* sistem 0,4%. Untuk nilai *reliability* dari mesin *microwave 2* dapat dilihat pada tabel 5. 34

Tabel 5.34 Reliability Microwave 2 selama 100 jam

System Results		
Reliability (100)	Target Reliability (100)	Units
0,364746	0,976969	Hour

Pada Tabel 5.34, nilai *reliability* untuk mesin *microwave 2* selama 100 jam adalah 0,36474 atau 36%, artinya bahwa mesin dapat berjalan sesuai dengan fungsinya sebesar 36% sisanya mesin dapat dikatakan tidak *reliable*. Dengan pencapaian nilai *reliability* 36% kemudian dilakukan analisa lebih lanjut untuk mengetahui komponen mana yang memiliki dampak lebih besar pada mesin.

Tabel 5.35 Reliability Allocation Sistem Microwave 2 selama 100 jam untuk masing-masing Komponen

M_W 2_3 (Cost Optimized)						
Block Name	Max. Achievable Reliability	Feasibility	RI (100)	Reliability (100)	Target Reliability (100)	Equivalent Parallel Units *
GENERATOR	1	Easy (1)	0,365466	0,998031	0,999818	1,382134
GENERATOR	1	Easy (1)	0,365466	0,998031	0,999818	1,382136
GENERATOR	1	Easy (1)	0,365466	0,998031	0,999818	1,382136
HEATER	1	Easy (1)	0,007991	0,988927	0,996483	1,254701
HEATER	1	Easy (1)	0,007991	0,988927	0,996483	1,254698
EXHAUST FAN	1	Easy (1)	0,042471	0,885097	0,988031	2,04535
BLOWER	1	Easy (1)	0,563865	0,646867	0,990652	4,488939
CONVEYOR BELT	1	Easy (1)	0,40952	0,890667	0,996399	2,542099
GENERATOR	1	Easy (1)	0,365466	0,998031	0,999818	1,382137

Tabel 5.35 *Reliability Allocation* Sistem *Microwave 2* selama 100 jam untuk masing-masing Komponen (lanjutan)

EXHAUST FAN	1	Easy (1)	0,042471	0,885097	0,988031	2,045351
BLOWER	1	Easy (1)	0,563865	0,646867	0,990652	4,488939
HEATER	1	Easy (1)	0,007991	0,988927	0,996483	1,254697

Pada tabel 5.35, terdapat tiga komponen dengan nilai *reliability importance* yang tinggi, yakni komponen *blower*, *conveyor belt*, dan *generator*. *Blower* berfungsi sebagai penyemprot udara panas yang didalam *microwave*, sedangkan *conveyor belt* memiliki fungsi sebagai pengantar *profile* agar *profile* tidak mengendur karena tarikan mesin *pulling*. Fungsi dari generator adalah menyalakan *magnteron* untuk menghasilkan gelombang *magnetron* Komponen *blower* memiliki nilai *reliability importance* yang paling tinggi artinya *blower* menyumbangkan lebih banyak pengaruh pada pencapaian *reliability* mesin. Jika komponen *blower* mengalami kerusakan maka udara panas yang berada di dalam *microwave* tidak menyebar.

5.6.3 *Reliability Allocation* mesin *Microwave 1*

Pada Tabel 5.31, nilai *reliability importance* untuk mesin *microwave 1* memiliki nilai sebesar 0,013281 artinya *microwave 1* memiliki pengaruh sebesar 1,3% dari keseluruhan sistem pada pencapaian nilai *reliability* sistem 0,4%. Untuk nilai *reliability* dari mesin *microwave 1* dapat dilihat pada tabel 5. 36

Tabel 5.36 *Reliability Microwave 1* selama 100 jam

System Results		
Reliability (100)	Target Reliability (100)	Units
0,313212	0,975512	Hour

Tabel 5.36 menunjukkan nilai *reliability* untuk mesin *microwave 1* selama 100 jam adalah 0,313212 atau 31%, artinya bahwa mesin dapat berjalan sesuai dengan fungsinya sebesar 31% sisanya mesin dapat dikatakan tidak *reliable*. Dengan pencapaian nilai *reliability* 31% kemudian dilakukan analisa lebih lanjut untuk mengetahui komponen mana yang memiliki dampak lebih besar pada mesin.

Tabel 5.37 *Reliability Allocation* Sistem *Microwave 1* selama 100 jam untuk masing-masing Komponen

M_W 1_1 (Cost Optimized)						
Block Name	Max. Achievable Reliability	Feasibility	RI (100)	Reliability (100)	Target Reliability (100)	Equivalent Parallel Units *
CONVEYOR BELT	1	Easy (1)	0,333779	0,938382	0,99795	2,221085
GENERATOR	1	Easy (1)	0,313812	0,998087	0,999849	1,405265
GENERATOR	1	Easy (1)	0,313812	0,998087	0,999849	1,405265
HEATER	1	Easy (1)	0,019335	0,968216	0,995269	1,552351
GENERATOR	1	Easy (1)	0,313812	0,998087	0,999849	1,405265
BLOWER	1	Easy (1)	0,520797	0,601409	0,990525	5,065267
GENERATOR	1	Easy (1)	0,313812	0,998087	0,999849	1,405265
HEATER	1	Easy (1)	0,019335	0,968216	0,995269	1,552351
MAGNETRON	1	Easy (1)	0,318716	0,982729	0,999243	1,770625
HEATER	1	Easy (1)	0,019335	0,968216	0,99527	1,552352
BLOWER	1	Easy (1)	0,520797	0,601409	0,990525	5,065266
MAGNETRON	1	Easy (1)	0,318716	0,982729	0,999243	1,770625
MAGNETRON	1	Easy (1)	0,318716	0,982729	0,999243	1,770625
MAGNETRON	1	Easy (1)	0,318716	0,982729	0,999243	1,770625

Tabel 5.37 menunjukkan bahwa terdapat tiga komponen dengan nilai *reliability importance* yang tinggi, yakni komponen *blower*, *conveyor belt*, dan *magnetron*. *Blower* berfungsi sebagai penyemprot udara panas yang didalam *microwave*, sedangkan *conveyor belt* memiliki fungsi sebagai pengantar *profile* agar *profile* tidak mengendur karena tarikan mesin *pulling*. Fungsi dari *magnetron* adalah menghasilkan *magnetron* untuk mengembangkan material pengembang pada *profile*. Komponen *blower* memiliki nilai *reliability importance* yang paling tinggi artinya *blower* menyumbangkan lebih banyak pengaruh pada pencapaian *reliability* mesin. Jika komponen *blower* mengalami kerusakan maka udara panas yang berada di dalam *microwave* tidak menyebar.

5.6.4 *Reliability Allocation* mesin *Ext 90*

Tabel 5.31 menunjukkan nilai *reliability importance* untuk mesin *Ext 90* memiliki nilai sebesar 0,007718 artinya *Ext 90* memiliki pengaruh sebesar 0,77% dari keseluruhan sistem pada pencapaian nilai *reliability* sistem 0,4%. Untuk nilai *reliability* dari mesin *Ext 90* dapat dilihat pada tabel 5.38

Tabel 5.38 *Reliability Ext 90* selama 100 jam

System Results		
Reliability (100)	Target Reliability (100)	Units
0,538944	0,982076	Hour

Tabel 5.38 menunjukkan nilai *reliability* untuk mesin *ext 90* selama 100 jam adalah 0,538944 atau 53%, artinya bahwa mesin dapat berjalan sesuai dengan fungsinya sebesar 53% sisanya mesin dapat dikatakan tidak *reliable*. Dengan pencapaian nilai *reliability* 53% kemudian dilakukan analisa lebih lanjut untuk mengetahui komponen mana yang memiliki dampak lebih besar pada mesin.

Tabel 5.39 *Reliability Allocation Sistem Ext 90* selama 100 jam untuk masing-masing Komponen

EXT 90_1 (Cost Optimized)						
Block Name	Max. Achievable Reliability	Feasibility	RI (100)	Reliability (100)	Target Reliability (100)	Equivalent Parallel Units *
HEATER	1	Easy (1)	0,585326	0,920757	0,99718	2,315722
POMPA	1	Easy (1)	0,539313	0,999314	0,999907	1,274025
MOTOR	1	Easy (1)	0,542215	0,993966	0,999596	1,529203
FEED ROLL	1	Easy (1)	0,625241	0,861978	0,995608	2,740898
HOSE	1	Easy (1)	0,561655	0,959562	0,998334	1,994271
SENSOR	1	Easy (1)	0,551426	0,977364	0,998932	1,806079
SCREW	1	Easy (1)	0,73934	0,728952	0,992401	3,737978

Pada Tabel 5.39 terdapat tiga komponen dengan nilai *reliability importance* yang tinggi, yakni komponen *heater*, *feed roll*, dan *screw*. Fungsi dari komponen *heater* adalah untuk memanaskan air panas guna mengalirkan *hot water* pada *screw* sehingga *rubber* melebur secara sempurna. *Feed roll* memiliki fungsi sebagai penampung *rubber* yang telah lebur sebelum masuk ke dalam *screw*. *Screw* memiliki fungsi sebagai memberikan dorongan kepada *rubber* sehingga *rubber* terbentuk menjadi *profile* setengah jadi. Pada nilai *reliability importance* di atas yang memiliki nilai tertinggi adalah *screw* yakni 0,73934 artinya bahwa *screw* memiliki pengaruh sebesar 73% terhadap pencapaian *reliability* mesin. Perubahan ini dapat dilakukan dengan pemberian perawatan dan pengecekan terhadap komponen *screw*. Selain itu, nilai ini dapat dikarenakan oleh

beberapa hal, tindakan perawatan komponen yang tidak sesuai dengan SOP, umur pakai komponen, kondisi komponen yang telah aus. Apabila komponen *screw* rusak dapat mengakibatkan *profile* tidak dapat terbentuk secara sempurna sesuai dengan spesifikasi.

5.6.5 Reliability Allocation mesin Ext 70

Tabel 5.31 menunjukkan nilai *reliability importance* untuk mesin *Ext 70* memiliki nilai sebesar 0,006448 artinya *Ext 70* memiliki pengaruh sebesar 0,64% dari keseluruhan sistem pada pencapaian nilai *reliability* sistem 0,4%. Untuk nilai *reliability* dari mesin *Ext 70* dapat dilihat pada tabel 5.40

Tabel 5.40 *Reliability Ext 70* selama 100 jam

System Results		
Reliability (100)	Target Reliability (100)	Units
0,645087	0,985365	Hour

Tabel 5.40 menunjukkan nilai *reliability* untuk mesin *ext 70* selama 100 jam adalah 0,645087 atau 64%, artinya bahwa mesin dapat berjalan sesuai dengan fungsinya sebesar 64% sisanya mesin dapat dikatakan tidak *reliable*. Dengan pencapaian nilai *reliability* 64% kemudian dilakukan analisa lebih lanjut untuk mengetahui komponen mana yang memiliki dampak lebih besar pada mesin.

Tabel 5.41 *Reliability Allocation Sistem Ext 70* selama 100 jam untuk masing-masing Komponen

EXT 70_1 (Cost Optimized)						
Block Name	Max. Achievable Reliability	Feasibility	RI (100)	Reliability (100)	Target Reliability (100)	Equivalent Parallel Units *
HEATER	1	Easy (1)	0,701208	0,919965	0,996501	2,239437
MOTOR	1	Easy (1)	0,646809	0,997337	0,999688	1,361636
FEED ROLL	1	Easy (1)	0,659853	0,977623	0,998649	1,738779
SENSOR	1	Easy (1)	0,895731	0,72018	0,990677	3,670879
POMPA	1	Easy (1)	0,645989	0,998603	0,999793	1,290559

Pada Tabel 5.41 terdapat tiga komponen dengan nilai *reliability importance* yang tinggi, yakni komponen *heater*, *feed roll*, dan *sensor*. Fungsi dari komponen *heater* adalah untuk memanaskan air panas guna mengalirkan *hot water* pada *screw* sehingga *rubber* melebur secara sempurna. *Feed roll* memiliki fungsi sebagai penampung *rubber* yang telah lebur sebelum masuk ke dalam *screw*. *Sensor* memiliki fungsi sebagai pemberi sinyal pada mesin apabila tekanan yang diberikan pada *screw* sudah mencapai tekanan yang dibutuhkan. Pada nilai *reliability importance* di atas yang memiliki nilai tertinggi adalah *sensor* yakni 0,895731 artinya bahwa *sensor* memiliki pengaruh sebesar 89% terhadap pencapaian *reliability* mesin. Perubahan ini dapat dilakukan dengan pemberian perawatan dan pengecekan terhadap komponen *sensor*. Selain itu, nilai ini dapat dikarenakan oleh beberapa hal, tindakan perawatan komponen yang tidak sesuai dengan SOP, umur pakai komponen, kondisi komponen yang telah aus. Jika komponen *sensor* mengalami kerusakan maka dapat mengakibatkan tekanan yang diberikan pada *screw* lebih kecil dari tekanan yang seharusnya atau lebih besar dari tekanan yang seharusnya.

5.6.6 Reliability Allocation mesin Cutting

Tabel 5.31 menunjukkan nilai *reliability importance* untuk mesin *Cutting* memiliki nilai sebesar 0,005504 artinya *Cutting* memiliki pengaruh sebesar 0,55% dari keseluruhan sistem pada pencapaian nilai *reliability* sistem 0,4%. Untuk nilai *reliability* dari mesin *Cutting* dapat dilihat pada tabel 5.42

Tabel 5.42 Reliability Cutting selama 100 jam

System Results		
Reliability (100)	Target Reliability (100)	Units
0,755724	0,989008	Hour

Pada tabel 5.42 menunjukkan nilai *reliability* untuk mesin *Cutting* selama 100 jam adalah 0,755724 atau 75%, artinya bahwa mesin dapat berjalan sesuai dengan fungsinya sebesar 75% sisanya mesin dapat dikatakan tidak *reliable*.

Dengan pencapaian nilai *reliability* 75% kemudian dilakukan analisa lebih lanjut untuk mengetahui komponen mana yang memiliki dampak lebih besar pada mesin.

Tabel 5.43 *Reliability Allocation* Sistem *Cutting* selama 100 jam untuk masing-masing Komponen

CUTTING_1 (Cost Optimized)						
Block Name	Max. Achievable Reliability	Feasibility	RI (100)	Reliability (100)	Target Reliability (100)	Equivalent Parallel Units *
INVERTER	1	Easy (1)	0,866573	0,872083	0,995279	2,604428
CONVEYOR	1	Easy (1)	0,756072	0,999541	0,999906	1,207052
V BELT	1	Easy (1)	0,772041	0,978866	0,998802	1,744148
SENSOR	1	Easy (1)	0,755728	0,999995	0,999995	1
SOLENOID VALVE	1	Easy (1)	0,830007	0,910503	0,99643	2,334765
PISAU CUTTING	1	Easy (1)	0,776893	0,972753	0,998555	1,815085

Pada Tabel 5.43 terdapat tiga komponen dengan nilai *reliability importance* yang tinggi, yakni *inverter*, *solenoid valve*, dan pisau *cutting*. Pada nilai *reliability importance* di atas yang memiliki nilai tertinggi adalah *inverter* yakni 0,866573 artinya bahwa *inverter* memiliki pengaruh sebesar 86% terhadap pencapaian *reliability* mesin. Perubahan ini dapat dilakukan dengan pemberian perawatan dan pengecekan terhadap komponen *inverter* sesuai dengan jangka waktu perawatan dan pengecekan yang telah ditetapkan. Selain itu, nilai ini dapat dikarenakan oleh beberapa hal, tindakan perawatan komponen yang tidak sesuai dengan SOP, umur pakai komponen, kondisi komponen yang telah aus. Jika komponen *inverter* mengalami kerusakan maka dapat mengakibatkan putaran yang diberikan pada *conveyor* kemudian pisau *cutting* dapat melebihi atau kurang dari putaran yang telah ditetapkan.

5.6.7 *Reliability Allocation* mesin *Oven 2*

Tabel 5.31 menunjukkan didapatkan bahwa *reliability* untuk mesin *Oven 2* dalam waktu 100 jam adalah 0,796291 dan *reliability importance* untuk mesin *Oven 2* adalah 0,005224. Artinya bahwa keadaan mesin dapat bekerja sesuai dengan fungsinya adalah sebesar 79% dan mesin mempunyai pengaruh pada

pencapaian nilai *reliability* sistem sebesar 0,52%. Sebesar 0,52 % dari keseluruhan *reliability sistem* dikarenakan adanya kerusakan pada mesin *Oven 2*.

Tabel 5.44 *Reliability Oven 2* selama 100 jam

System Results		
Reliability (100)	Target Reliability (100)	Units
0,796291	0,990423	Hour

Nilai *reliabilitas* mesin adalah 79% berarti mesin dapat bekerja sesuai dengan fungsinya sebesar 79% selama 100 jam. Kondisi ini merupakan kondisi yang baik yang artinya mesin tidak sering mengalami *shutdown* dikarenakan adanya kerusakan

Tabel 5.45 *Reliability Allocation* Sistem *Oven 2* selama 100 jam untuk masing-masing Komponen

OVEN 2_1 (Cost Optimized)						
Block Name	Max. Achievable Reliability	Feasibility	RI (100)	Reliability (100)	Target Reliability (100)	Equivalent Parallel Units *
BLOWER	1	Easy (1)	0,888966	0,89575	0,995484	2,38846
EXHAUST FAN	1	Easy (1)	0,050465	0,936877	0,98734	1,581545
CONVEYOR BELT	1	Easy (1)	0,79917	0,996397	0,999589	1,38585
EXHAUST FAN	1	Easy (1)	0,050465	0,936877	0,98734	1,581542
BLOWER	1	Easy (1)	0,888966	0,89575	0,995484	2,38846

Dari Tabel 5.45 dapat diketahui bahwa terdapat dua komponen yang merupakan komponen kritis, komponen yang memiliki pengaruh pada nilai *reliability* sistem yang dicapai saat ini. Kegiatan yang bisa dilakukan untuk menanggulangi hal tersebut adalah adanya perawatan secara terjadwal, periodik pengecekan, pengoperasian mesin dan komponen sesuai dengan SOP. Kegagalan yang muncul dari kerusakan dari komponen-komponen ini adalah turunnya produktivitas mesin dan munculnya kerugian akibat dari jumlah produksi barang yang keluar dan kerugian karena ketidak *available* nya mesin.

5.6.8 *Reliability Allocation* mesin *Bending*

Tabel 5.31 menunjukkan bahwa mesin *bending* memiliki nilai *reliability importance* 0,005202. *Reliability importance* sendiri merupakan ukuran seberapa

besar suatu komponen mempengaruhi keandalan suatu sistem secara menyeluruh. Hal ini merupakan hal yang penting karena dengan begitu dapat dilakukan tindakan untuk meningkatkan nilai *reliabilitas* dan fokus pada komponen yang memiliki dampak besar pada keandalan sistem secara menyeluruh.

Tabel 5.46 *Reliability Bending* selama 100 jam

System Results		
Reliability (100)	Target Reliability (100)	Units
0,799587	0,99054	Hour

Nilai *reliabilitas* mesin adalah 79% berarti mesin dapat bekerja sesuai dengan fungsinya sebesar 79% selama 100 jam. Kondisi ini merupakan kondisi yang baik yang artinya mesin tidak sering mengalami *shutdown* dikarenakan adanya kerusakan

Tabel 5.47 *Reliability Allocation* Sistem *Bending* selama 100 jam untuk masing-masing Komponen

BENDING_1 (Cost Optimized)						
Block Name	Max. Achievable Reliability	Feasibility	RI (100)	Reliability (100)	Target Reliability (100)	Equivalent Parallel Units *
MOTOR	1	Easy (1)	0,799596	0,999989	0,999989	1
INVERTER	1	Easy (1)	0,976801	0,818577	0,992243	2,846717
BEARING	1	Easy (1)	0,818568	0,976812	0,998295	1,693391

Dari Tabel 5.47 dapat diketahui bahwa *inverter* merupakan komponen yang memiliki pengaruh pada nilai *reliability* sistem yang dicapai saat ini. Kegiatan yang bisa dilakukan untuk menanggulangi hal tersebut adalah adanya perawatan secara terjadwal, periodik pengecekan, pengoperasian mesin dan komponen sesuai dengan SOP. Kegagalan yang muncul dari kerusakan dari komponen-komponen ini adalah turunnya produktivitas mesin dan munculnya kerugian akibat dari jumlah produksi barang yang keluar dan kerugian karena ketidak *available* nya mesin.

5.6.9 Reliability Allocation mesin Pulling

Dari Tabel 5.31 didapatkan informasi bahwa *reliability* dari mesin *pulling* adalah 0,803137 selama 100 jam. Artinya bahwa mesin akan beroperasi sesuai dengan fungsinya sebesar 0,803137 dalam jangka waktu 100 jam. Hal ini dikatakan bahwa *reliabilitas* dari mesin baik dikarenakan nilai *reliability* mesin mencapai 80% yakni selama dalam waktu 100 jam mesin beroperasi dengan baik dan berfungsi dengan baik dalam presentase 80% dan 20% nya adalah nilai kerusakan yang terjadi selama 100 jam

Tabel 5.48 Reliability Pulling selama 100 jam

System Results		
Reliability (100)	Target Reliability (100)	Units
0,803137	0,990667	Hour

Pada kondisi demikian, pada sistem *pulling* terdapat beberapa komponen yang memiliki pengaruh besar pada nilai keandalan sistem secara menyeluruh. Hal ini dapat dilihat pada nilai *reliability importance* dari tabel di bawah.

Tabel 5.49 Reliability Allocation Sistem Pulling selama 100 jam untuk masing-masing Komponen

PULLING_1 (Cost Optimized)						
Block Name	Max. Achievable Reliability	Feasibility	RI (100)	Reliability (100)	Target Reliability (100)	Equivalent Parallel Units *
INVERTER	1	Easy (1)	0,805991	0,99646	0,999616	1,393448
PULLING BELT	1	Easy (1)	0,814714	0,985791	0,999007	1,625504
RANTAI	1	Easy (1)	0,80345	0,999611	0,999902	1,175558
GEARBOX	1	Easy (1)	0,841577	0,954324	0,997676	1,964994
V BELT	1	Easy (1)	0,937069	0,857074	0,994442	2,669059

Pada Tabel 5.49 dapat diketahui berapa nilai dari masing-masing komponen dalam mempengaruhi keandalan sistem secara menyeluruh.

5.6.10 Reliability Allocation mesin Breaking

Pada Tabel 5.31 didapatkan informasi bahwa *reliability* dari mesin *breaking* adalah 0,832219 selama 100 jam. Artinya bahwa mesin akan beroperasi

sesuai dengan fungsinya sebesar 0,832219 dalam jangka waktu 100 jam. Hal ini dikatakan bahwa *reliabilitas* dari mesin baik dikarenakan nilai *reliability* mesin mencapai 83% yakni selama dalam waktu 100 jam mesin beroperasi dengan baik dan berfungsi dengan baik dalam presentase 83% dan 17% nya adalah nilai kerusakan yang terjadi selama 100 jam

Tabel 5.50 *Reliability Allocation* Sistem *Breaking* selama 100 jam untuk masing-masing Komponen

BREAKING_1 (Cost Optimized)						
Block Name	Max. Achievable Reliability	Feasibility	RI (100)	Reliability (100)	Target Reliability (100)	Equivalent Parallel Units *
V BELT	1	Easy (1)	0,858176	0,969754	0,99822	1,809707
SPROKET	1	Easy (1)	0,951165	0,874947	0,994826	2,532023
BEARING	1	Easy (1)	0,832368	0,999821	0,999933	1,113751
RANTAI	1	Easy (1)	0,848331	0,981007	0,998727	1,681952

Pada Tabel 5.50 menunjukkan bahwa beberapa komponen memiliki pengaruh terhadap keandalan sistem secara menyeluruh. Seberapa besar komponen tersebut memiliki pengaruh dapat dilihat dari seberapa nilai *reliability importance* atau RI dari masing-masing komponen, seperti pada *sproket*. *Sproket* memiliki nilai RI 0,951165 artinya bahwa pengaruh dari *sproket* terhadap keandalan sistem adalah 0,951165.

5.6.11 Reliability Allocation mesin Looping

Pada Tabel 5.31 didapatkan informasi bahwa *reliability* dari mesin *looping* adalah 0,878221 selama 100 jam. Artinya bahwa mesin akan beroperasi sesuai dengan fungsinya sebesar 0,878221 dalam jangka waktu 100 jam. Hal ini dikatakan bahwa *reliabilitas* dari mesin baik dikarenakan nilai *reliability* mesin mencapai 87% yakni selama dalam waktu 100 jam mesin beroperasi dengan baik dan berfungsi dengan baik dalam presentase 87% dan 13% nya adalah nilai kerusakan yang terjadi selama 100 jam

Tabel 5.51 *Reliability Allocation* Sistem *Looping* selama 100 jam untuk masing-masing Komponen

LOOPING_1 (Cost Optimized)						
Block Name	Max. Achievable Reliability	Feasibility	RI (100)	Reliability (100)	Target Reliability (100)	Equivalent Parallel Units *
SOLENOID VALVE	1	Easy (1)	0,980915	0,895309	0,995167	2,362856
BEARING	1	Easy (1)	0,890598	0,986103	0,998886	1,590153
ROLL	1	Easy (1)	0,882867	0,994738	0,999421	1,420596

Pada Tabel 5.51 diketahui bahwa beberapa komponen memiliki pengaruh terhadap keandalan sistem secara menyeluruh. Seberapa besar komponen tersebut memiliki pengaruh dapat dilihat dari seberapa nilai *reliability importance* atau RI dari masing-masing komponen, seperti pada *solenoid valve* *Solenoid valve* memiliki nilai RI 0,980915 artinya bahwa pengaruh dari *sproket* terhadap keandalan sistem adalah 0,980915.

5.6.12 *Reliability Allocation* mesin *Oven 3*

Pada Tabel 5.31 diketahui bahwa *reliability* untuk mesin *Oven 3* dalam waktu 100 jam adalah 0,969912 dan *reliability importance* untuk mesin *Oven 3* adalah 0,004289. Artinya bahwa keadaan mesin dapat bekerja sesuai dengan fungsinya adalah sebesar 97% dan mesin mempunyai pengaruh pada pencapaian nilai *reliability* sistem sebesar 0,42%. Sebesar 0,42 % dari keseluruhan *reliability sistem* dikarenakan adanya kerusakan pada mesin *Oven 3*.

Tabel 5.52 *Reliability Oven 3* selama 100 jam

System Results		
Reliability (100)	Target Reliability (100)	Units
0,969912	0	Hour

Nilai *reliabilitas* mesin adalah 97% berarti mesin dapat bekerja sesuai dengan fungsinya sebesar 97% selama 100 jam. Kondisi ini merupakan kondisi yang baik yang artinya mesin tidak sering mengalami *shutdown* dikarenakan adanya kerusakan

Tabel 5.53 *Reliability Allocation* Sistem *Oven 3* selama 100 jam untuk masing-masing Komponen

OVEN 3_1 (Cost Optimized)						
Block Name	Max. Achievable Reliability	Feasibility	RI (100)	Reliability (100)	Target Reliability (100)	Equivalent Parallel Units *
HEATER	1	Easy (1)	0,000125	0,999871	0,999871	1
EXHAUST FAN	1	Easy (1)	0,000005	0,999995	0,999995	1
BLOWER	1	Easy (1)	0,969912	1	0	0
CONVEYOR BELT	1	Easy (1)	1	0,969912	0,997608	1,722679
EXHAUST FAN	1	Easy (1)	0,000005	0,999995	0,999995	1
BLOWER	1	Easy (1)	0,969912	1	0	0
HEATER	1	Easy (1)	0,000125	0,999871	0,999871	1

Pada Tabel 5.53 diketahui bahwa terdapat dua komponen yang merupakan komponen kritis, komponen yang memiliki pengaruh pada nilai *reliability* sistem yang dicapai saat ini. Namun, pada mesin *Oven 3* bahwa RI untuk *conveyor belt* adalah 1 yang artinya bahwa kerusakan yang terjadi pada mesin *Oven 3* diakibatkan karena kerusakan dari *conveyor belt*. Disamping itu, terdapat komponen *blower* yang memiliki nilai *reliability* 100% namun *reliability importance* untuk mesin *blower* tinggi, yakni 0,96. Artinya sebesar 0,96 suatu komponen memiliki pengaruh terhadap keandalan sistem secara keseluruhan. Hal ini dapat menjadi informasi bahwa dengan nilai *reliability* saat ini pada mesin *blower* yakni 100% namun mesin tersebut yang memiliki pengaruh terbesar kedua pada keandalan sistem. Kegiatan yang bisa dilakukan untuk menanggulangi hal tersebut adalah adanya perawatan secara terjadwal, periodik pengecekan, pengoperasian mesin dan komponen sesuai dengan SOP.

5.6.13 *Reliability Allocation* mesin *Oven 1*

Tabel 5.31 menunjukkan bahwa *reliability* untuk mesin *Oven 1* dalam waktu 100 jam adalah 0,970766 dan *reliability importance* untuk mesin *Oven 1* adalah 0,004285. Artinya bahwa keadaan mesin dapat bekerja sesuai dengan fungsinya adalah sebesar 97% dan mesin mempunyai pengaruh pada pencapaian nilai *reliability* sistem sebesar 0,42%. Sebesar 0,42 % dari keseluruhan *reliability sistem* dikarenakan adanya kerusakan pada mesin *Oven 1*.

Tabel 5.54 *Reliability Oven 1* selama 100 jam

System Results		
Reliability (100)	Target Reliability (100)	Units
0,970766	0,997655	Hour

Nilai *reliabilitas* mesin adalah 97% berarti mesin dapat bekerja sesuai dengan fungsinya sebesar 97% selama 100 jam. Kondisi ini merupakan kondisi yang baik yang artinya mesin tidak sering mengalami *shutdown* dikarenakan adanya kerusakan

Tabel 5.55 *Reliability Allocation Sistem Oven 1* selama 100 jam untuk masing-masing Komponen

OVEN 1_1 (Cost Optimized)						
Block Name	Max. Achievable Reliability	Feasibility	RI (100)	Reliability (100)	Target Reliability (100)	Equivalent Parallel Units *
CONVEYOR BELT	1	Easy (1)	0,992436	0,978165	0,998046	1,631097
HEATER	1	Easy (1)	0,000368	0,999621	0,999621	1
EXHAUST FAN	1	Easy (1)	0,085069	0,913032	0,980221	1,606377
HEATER	1	Easy (1)	0,000368	0,999621	0,999621	1
EXHAUST FAN	1	Easy (1)	0,085069	0,913032	0,980221	1,606376

Pada Tabel 5.55 diketahui bahwa *conveyor belt* memiliki nilai *reliability importance* sebesar 0,978165 yang artinya bahwa seberapa besar komponen tersebut memiliki pengaruh terbesar pada keandalan sistem. Kegiatan yang bisa dilakukan untuk menanggulangi hal tersebut adalah adanya perawatan secara terjadwal, periodik pengecekan, pengoperasian mesin dan komponen sesuai dengan SOP.

5.7 Improvement Reliability (Scenario)

Pada sub bab ini, model *Reliability Block Diagram* yang sudah ada diberikan tiga perlakuan yang kemudian dilakukan simulasi untuk model-model tersebut.

5.7.1 Kondisi Awal

Pada kondisi awal merupakan kondisi sistem nyata tanpa adanya perlakuan tambahan yang diberikan.

Hasil yang diberikan ini merupakan hasil *running* simulasi dari sistem *extrusion* asli sebelum diberikan waktu *repair*.

Pada Tabel 5.56 dapat dilihat nilai *availability* sistem adalah 0,0165 dan nilai *reliability* sistem adalah 0,0165% yang artinya sistem pada kondisi awal merupakan sistem yang memiliki nilai *availability* dan nilai *reliability* yang rendah, sehingga pada kondisi nyata dinyatakan bahwa sistem sering mengalami kerusakan maka waktu tersedia untuk sistem berjalan sesuai dengan fungsinya rendah.

Tabel 5.56 Hasil Simulasi *Existing Model*

System Overview	
General	
Mean Availability (All Events):	0,072537
Std Deviation (Mean Availability):	0,178063
Mean Availability (w/o PM, OC & Inspection):	0,072537
Point Availability (All Events) at 50 hr:	0,0165
Reliability at 50 hr:	0,0165
Uptime (hr):	3,626841
Total Downtime (hr):	46,373159

Tabel 5.56 Hasil Simulasi *Existing Model* (lanjutan)

Metrics	
Summary Metrics	
MTTFF (hr):	3,687688
MTBF (Total Time) (hr):	50,838841
MTBF (Uptime) (hr):	3,687688
MTBE (Total Time) (hr):	50,838841
MTBE (Uptime) (hr):	3,687688
MTTM (hr):	47,151153
MTTR (hr):	-
Downtime Summary	
Waiting Downtime (hr):	46,373159
Critical Downtime (hr):	-
Event Count Summary	
System Failures	
Expected Number of Failures:	0,9835
Std Deviation (Number of Failures):	0,127391
CM Actions	
Number of CMs:	0
CM Downtime (hr):	0
Inspections	
Number of Inspections:	0
Inspection Downtime (hr):	0
PM Actions	
Number of PMs:	0
PM Downtime (hr):	0
OC Actions	
Number of OCs:	0
OC Downtime (hr):	0
State Change Triggers	
Number of OFF Events by Trigger:	0
Total	
Total Events:	0,9835
Cost Summary	
Opportunity Costs	
Opportunity Cost(Total):	Rp0,00
Total Costs	
System Total Cost:	Rp0,00
Revenue	
Total Revenue:	Rp0,00

5.7.2 Perlakuan 1

Kondisi awal kemudian diberikan perlakuan berupa penambahan waktu *repair* untuk *corrective maintenance* dan penambahan variable biaya yang timbul

untuk ongkos orang *maintenance*. Setelah dilakukan running selama 50 jam dengan 10.000 simulasi, didapatkan nilai *availability* meningkat menjadi 0,9554, artinya waktu tersedia sistem meningkat. Mesin menjalankan fungsinya untuk melakukan produksi meningkat. Nilai *reliability* yang didapatkan meningkat 0,0001 menjadi 0,0166%, artinya sistem berjalan sesuai dengan fungsinya kecil, sistem sering mengalami kerusakan meskipun waktu ketersediaan sistem tinggi. Ini berarti nilai *availability* yang tinggi belum tentu nilai *reliability* nya juga tinggi.

Tabel 5.57 Hasil Simulasi dengan Penambahan *Repairing Time*

System Overview	
General	
Mean Availability (All Events):	0,897032
Std Deviation (Mean Availability):	0,071001
Mean Availability (w/o PM, OC & Inspection):	0,897032
Point Availability (All Events) at 50 hr:	0,9554
Reliability at 50 hr:	0,0166
Uptime (hr):	44,851582
Total Downtime (hr):	5,148418
Metrics	
Summary Metrics	
MTTFF (hr):	3,704118
MTBF (Total Time) (hr):	11,680333
MTBF (Uptime) (hr):	10,477628
MTBE (Total Time) (hr):	11,68197
MTBE (Uptime) (hr):	10,479097
MTTM (hr):	1,202873
MTTR (hr):	1,202705
Downtime Summary	
Waiting Downtime (hr):	0
Critical Downtime (hr):	-
Event Count Summary	
System Failures	
Expected Number of Failures:	4,2807
Std Deviation (Number of Failures):	2,181784
CM Actions	
Number of CMs:	4,2801
CM Downtime (hr):	5,148418

Tabel 5.57 Hasil Simulasi dengan Penambahan *Repairing Time* (lanjutan)

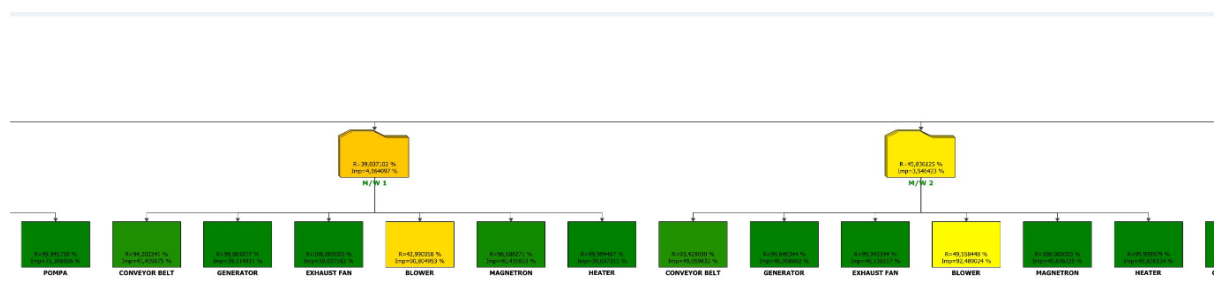
Inspections	
Number of Inspections:	0
Inspection Downtime (hr):	0
PM Actions	
Number of PMs:	0
PM Downtime (hr):	0
OC Actions	
Number of OCs:	0
OC Downtime (hr):	0
State Change Triggers	
Number of OFF Events by Trigger:	0
Total	
Total Events:	4,2801
Cost Summary	
Opportunity Costs	
Opportunity Cost(Total):	Rp0,00
Total Costs	
System Total Cost:	Rp225,00
Revenue	
Total Revenue:	Rp0,00

Untuk menaikkan nilai *availability* dan *reliability* pada *scenario* ini memiliki kelebihan dan kekurangannya. Meningkatnya nilai *availability* maka nilai ketersediaan mesin lebih tinggi dan ini menunjukkan waktu untuk produksi lebih banyak dan dapat menghasilkan produk lebih dibandingkan dengan nilai *availability* yang rendah. Namun, untuk melakukannya dibutuhkan beberapa usaha yakni meningkatkan *skill* teknisi, menyiapkan alat bantu sehingga pada saat akan memperbaiki teknisi tidak perlu bolak-balik ke ruangan *maintenance* sehingga mengurangi *waste*, dan kesiapan *spare part* mesin sehingga waktu menunggu *spare part* dan waktu menunggu teknisi dapat berkurang.

5.7.3 Perlakuan 2

Pada perlakuan kedua ini, diberikan penambahan komponen pada mesin yang dirangkai secara paralel. Pemilihan mesin ini berdasarkan pada hasil analisis pada sub bab 5.3. Mesin yang diberikan penambahan komponen adalah mesin *microwave 2*.

Diketahui bahwa nilai *reliability* pada *microwave* dua adalah 36%. Pada tabel tersebut dapat diketahui bahwa beberapa komponen memiliki pengaruh besar terhadap pencapaian nilai *reliability* tersebut, yakni komponen generator dan blower. *Reliability importance* pada komponen generator adalah 0,365466 atau 36% dan untuk komponen blower 0,563865 atau 56%. Semakin tinggi nilai *reliability importance* yang didapat maka semakin besar pula kemungkinan komponen tersebut mempengaruhi nilai *reliability*. Rendahnya nilai *reliability* pada mesin *microwave* adalah sering rusaknya pada komponen generator, blower dan *conveyor belt*. Perubahan yang tidak mungkin dilakukan adalah pada komponen *conveyor* maka dilakukan perubahan sistem menjadi paralel pada komponen generator dan blower. Jika dilakukan perubahan sistem paralel pada *conveyor* maka material akan terpecah menjadi dua lini. Oleh karena itu, dilakukan perubahan sistem paralel pada generator dan blower.

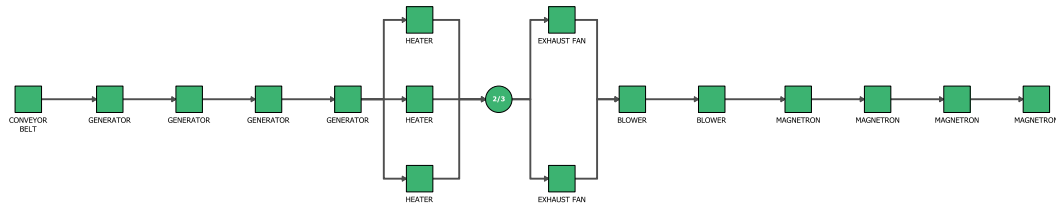


Gambar 5.17 *Freed Report* Mesin *Microwave*

Pada Gambar 5.17 terlihat bahwa mesin *microwave* dua merupakan mesin yang memiliki *reliability* rendah dalam sistem dan didalam mesin *microwave* dua terdapat komponen blower yang merupakan komponen yang memiliki pengaruh pada pencapaian nilai *reliability* pada mesin.

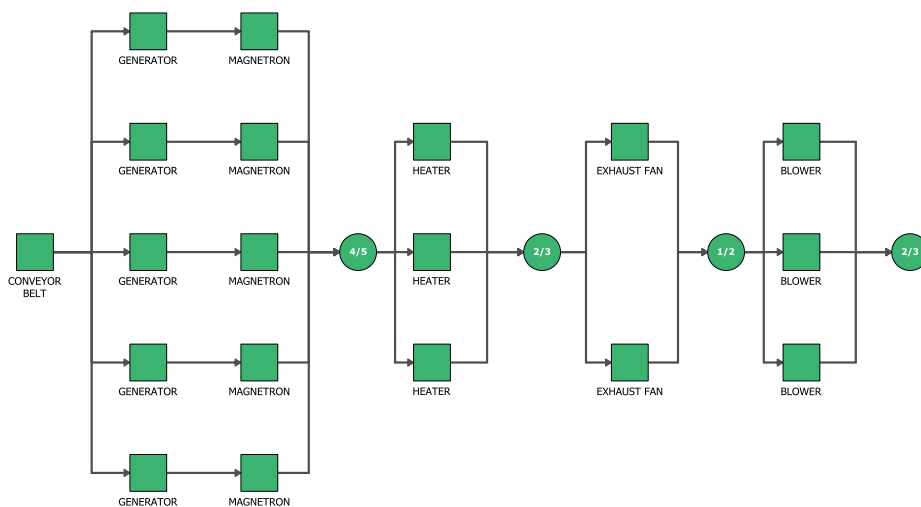
Selain diberikan waktu *repair* pada sistem, sistem diberi perlakuan dengan menambahkan komponen yang disusun secara paralel. Perbaikan susunan sistem menjadi sistem paralel ini disesuaikan dengan yang dituliskan Jardine dalam

“Maintenance, Replacement, and Reliability” yang menyatakan bahwa untuk mereduksi kehilangan potensi dari mesin dapat ditambahkan *equipment* kritis secara paralel pada sistem yang ada.



Gambar 5.18 Existing Model mesin Microwave 2

Gambar 5.18 merupakan gambaran dari sub sistem microwave dua sebelum diberi perlakuan.



Gambar 5.19 Perubahan Model Mesin Microwave 2

Gambar 5.19 merupakan gambaran dari sub sistem microwave dua setelah menambahkan komponen *generator*, *magnetron*, dan *blower*. Penambahan komponen *magnetron* diikutkan karena komponen satu generator bertanggung jawab pada satu *magnetron* jika *generator* ditambah satu maka *magnetron* pun

bertambah. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 5.58 yang menunjukkan adanya peningkatan pada *availability* dan *reliability*. Model yang diubah menjadi model *k-out-of-n* 4/5 artinya jika terdapat 4 komponen rusak maka mesin dinyatakan *fail*. Untuk komponen *blower* menjadi 2/3 yakni jika terdapat 2 komponen rusak maka mesin dinyatakan *fail*. Perubahan model yang semula seri dengan 4 komponen generator dan 4 komponen magnetron menjadi 5 komponen generator dan 5 komponen magnetron dapat dilakukan dengan melakukan perubahan spesifikasi dari komponen generator. Komponen magnetron dan komponen generator merupakan satu kesatuan jadi satu generator akan diikuti dengan satu magnetron. Pada model *Reliability Block Diagram* pada mesin *microwave* yang digambarkan adalah sistem *safety* mesin. jika terjadi suatu hal yang abnormal maka secara otomatis proses berhenti. Begitu pula pada *blower* yang dimodelkan pada RBD adalah sistem *safety* mesin sehingga jika *blower* mengalami kegagalan maka proses akan berhenti. Model RBD ini bukanlah model dari sistem kelistrikan sehingga jika disusun menjadi paralel tidak mempengaruhi sistem kelistrikan. Perubahan sistem yang semula seri menjadi paralel tidak mempengaruhi beban dari masing-masing komponen dan mesin tersebut karena masing-masing komponen terhubung langsung dengan kelistrikan sehingga perubahan menjadi paralel tidak mempengaruhi beban listrik pada mesin. Masing-masing generator dan *blower* terhubung langsung dengan sumber kelistrikan, memiliki aliran masing-masing. Untuk sistem kelistrikan disusun secara paralel karena apabila disusun seri berakibat pada tinggi *voltage* yang diberikan dan arus yang kecil. Perubahan menjadi model paralel ini akan berakibat pada tingginya biaya yang akan dikeluarkan karena ada penambahan biaya untuk penambahan komponen.

Spesifikasi komponen dari Generator dan Magnetron dapat dilihat pada Gambar 5.20 dan Gambar 5.21. Sedangkan spesifikasi untuk mesin *blower* dapat dilihat pada Gambar 5.23

1.5kW Microwave Generator (transformer type)

P/N	UM-1500EC-B
Power Supply for Anode	High Voltage Circuits with AC Transformer
Magnetron	2M130(our own spec)
Frequency	2455MHz±15MHz
Microwave Output	0.1~1.5kW
Adaptable Waveguide	WRI-22 (WRJ-2) (IEC: R22 ; EIA: WR430)
Adaptable Flange	FUDR22 (BRJ-2) (IEC: UDR22 ; EIA: UG1716/U)
Cooling Methods	Power Supply Unit: Forced air Oscillation Unit: Forced air
Dimensions	Power Supply Unit: 336(W) x 400(D) x 201(H) mm Oscillation Unit: 315(W) x 267(D) x 232(H) mm
Weight	Power Supply Unit: approx. 35kg Oscillation Unit: approx. 11 kg
Commercial Power	1φAC200V 50/60Hz 20A



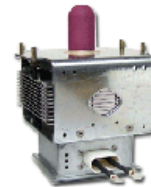
Gambar 5.20 Spesifikasi Komponen Generator
([www.http://microdenshi.co.jp/en/device/#1](http://microdenshi.co.jp/en/device/#1))

► **Magnetron**

Electronic device to generate 2450MHz microwave

Magnetron 1.5kW

P/N	2M130(our own spec)
Output Power	1500W (1.5kW)
Frequency	2455MHz±15MHz
Cooling Methods	Forced Air
Weight	approx. 2.3kg



Gambar 5.21 Spesifikasi Komponen Magnetron
([www.http://microdenshi.co.jp/en/device/#1](http://microdenshi.co.jp/en/device/#1))

Size	Impeller Diameter : ϕ 100mm
Voltage / Frequency / Current / Input	Single-Phase 200VAC / 50Hz / 0.25A / 40W Single-Phase 200VAC / 60Hz / 0.30A / 50W Single-Phase 220VAC / 60Hz / 0.30A / 55W Single-Phase 230VAC / 50Hz / 0.30A / 50W Single-Phase 230VAC / 60Hz / 0.30A / 55W
Speed	Single-Phase 200VAC / 50Hz: 2750r/min Single-Phase 200VAC / 60Hz: 3100r/min Single-Phase 220VAC / 60Hz: 3200r/min Single-Phase 230VAC / 50Hz: 2750r/min Single-Phase 230VAC / 60Hz: 3250r/min
Maximum Air Flow	Single-Phase 200VAC / 50Hz: 2.3m ³ /min Single-Phase 200VAC / 60Hz: 2.6m ³ /min Single-Phase 220VAC / 60Hz: 2.7m ³ /min Single-Phase 230VAC / 50Hz: 2.4m ³ /min Single-Phase 230VAC / 60Hz: 2.7m ³ /min
Maximum Static Pressure	Single-Phase 200VAC / 50Hz: 206Pa Single-Phase 200VAC / 60Hz: 304Pa Single-Phase 220VAC / 60Hz: 304Pa Single-Phase 230VAC / 50Hz: 206Pa Single-Phase 230VAC / 60Hz: 304Pa
Noise Level	Single-Phase 200VAC / 50Hz: 61dB(A) Single-Phase 200VAC / 60Hz: 64dB(A) Single-Phase 220VAC / 60Hz: 65dB(A) Single-Phase 230VAC / 50Hz: 61dB(A) Single-Phase 230VAC / 60Hz: 65dB(A)
Capacitance	1.2 μ F
Bearing	Ball bearings
Mass	2kg
Standard	UL, CSA, EN
CE Marking	affixed

Gambar 5.22 Spesifikasi Komponen Blower
(<https://www.orientalmotor.com.sg/products/fan/list/detail/>)

Tabel 5.58 Hasil Simulasi dengan Penambahan Komponen pada mesin
Microwave 2

System Overview	
General	
Mean Availability (All Events):	0,906833
Std Deviation (Mean Availability):	0,069692
Mean Availability (w/o PM, OC & Inspection):	0,906833
Point Availability (All Events) at 50 hr:	0,9592
Reliability at 50 hr:	0,0276
Uptime (hr):	45,341637
Total Downtime (hr):	4,658363
Metrics	
Summary Metrics	
MTTFF (hr):	5,224577
MTBF (Total Time) (hr):	13,32232
MTBF (Uptime) (hr):	12,081116
MTBE (Total Time) (hr):	13,32445
MTBE (Uptime) (hr):	12,083048
MTTM (hr):	1,241403
MTTR (hr):	1,241204

Tabel 5.58 Hasil Simulasi dengan Penambahan Komponen pada mesin
Microwave 2 (lanjutan)

Downtime Summary	
Waiting Downtime (hr):	0
Critical Downtime (hr):	-
Event Count Summary	
System Failures	
Expected Number of Failures:	3,7531
Std Deviation (Number of Failures):	2,025426
CM Actions	
Number of CMs:	3,7525
CM Downtime (hr):	4,658363
Inspections	
Number of Inspections:	0
Inspection Downtime (hr):	0
PM Actions	
Number of PMs:	0
PM Downtime (hr):	0
OC Actions	
Number of OCs:	0
OC Downtime (hr):	0
State Change Triggers	
Number of OFF Events by Trigger:	0
Total	
Total Events:	3,7525
Cost Summary	
Opportunity Costs	
Opportunity Cost(Total):	Rp0,00
Total Costs	
System Total Cost:	Rp230,00
Revenue	
Total Revenue:	Rp0,00
Throughput Analysis Summary	
Throughput	
Total Throughput:	N/A
Throughput Metrics	
Maximum Capacity:	N/A
Actual Utilization:	N/A

Scenario 2 memberikan peningkatan nilai *reliability* dan *availability* yang signifikan. Nilai *availability* dan *reliability* ini menunjukkan ketersediaan mesin dan *performa* mesin dalam menjalankan fungsinya. biaya yang dikeluarkan untuk *scenario 2* lebih tinggi jika dibandingkan dengan *scenario 1*. Pada *scenario 1* biaya yang dikeluarkan sebesar Rp 225,00 dan untuk *scenario 2* biaya yang

dikeluarkan sebesar Rp 245,00. Hal ini menunjukkan pengeluaran biaya yang lebih tinggi. Namun, hasil yang didapatkan kerusakan mesin dapat dikurangi dan ketersediaan mesin semakin tinggi artinya bahwa jam kerja mesin dalam menjalankan fungsinya lebih banyak, mesin menjadi tidak sering rusak, *waste* juga berkurang. Biaya yang akan dikeluarkan oleh perusahaan dan biaya penghematan perusahaan adalah:

Investation

Biaya Komponen

Magnetron	Rp 7.425.690,00	
Blower	Rp 2.575.960,00	
Generator	Rp 25.787.900,00	
<i>Installation</i>	<u>Rp 10.000.000,00</u>	+
Total	Rp 45.789.150,00	

Sebelum Perbaikan

<i>Downtime</i>	46 (hrs)	
<i>Breakdown Machine</i>		
<i>Extrussion</i>	<u>Rp 1.506.893,00</u>	+
Total	Rp 1.506.893,00	
<i>Production Loss</i>		
46 jam x Rp 1.506.893,00	Rp 69.317.078,00	

Setelah Perbaikan

<i>Downtime</i>	4 (hrs)	
<i>Breakdown Machine</i>		
<i>Extrussion</i>	<u>Rp 1.506.893,00</u>	+
Total	Rp 1.506.893,00	
<i>Production Loss</i>		
4 jam x Rp 1.506.893,00	Rp 6.027.572,00	

Cost Saving

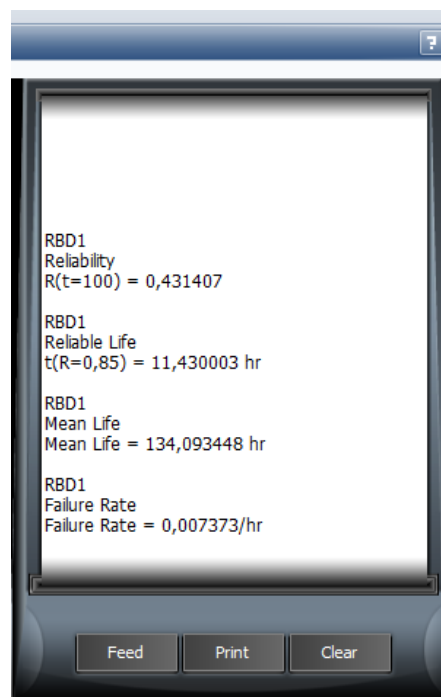
Sebelum Perbaikan (a)	Rp 69.317.078,00
Setelah Perbaikan(b)	Rp 6.027.572,00
Investasi(c)	<u>Rp 45.789.150,00</u>
Saving (a-(b-c))	Rp 17.500.356,00

Investation di sini maksudnya adalah biaya yang dikeluarkan untuk mendapat keuntungan lebih dari dana yang dikeluarkan.

Dengan melakukan perbaikan pada perlakuan dua, maka perusahaan dapat menghemat biaya sekitar Rp 17.500.356,00

5.7.4 Perlakuan 3

Perlakuan yang diberikan pada sistem selanjutnya adalah pemberian *Preventive Maintenance* pada masing-masing mesin. Berikut ini adalah hasil analitical untuk level sub sistem



Gambar 5.23 Nilai *Reliability*, *Mean Life*, *Failure Rate*, dan *Reliable Life* pada RBD Level Mesin

Dapat terlihat bahwa nilai *reliability* untuk level mesin adalah 0,431 atau 43% hal ini berbeda dengan nilai *reliability* sampai dengan level komponen karena pada level komponen, masing-masing komponen memiliki nilai distribusi masing-masing dan juga nilai kerusakan yang berbeda-beda sehingga nilai *reliability* yang dihasilkan berbeda. Untuk penentuan *preventive maintenance* dilakukan pada tahap mesin karena kebijakan dari perusahaan yang menetapkan tindakan *preventive maintenance* hanya sampai level mesin tidak sampai level komponen.

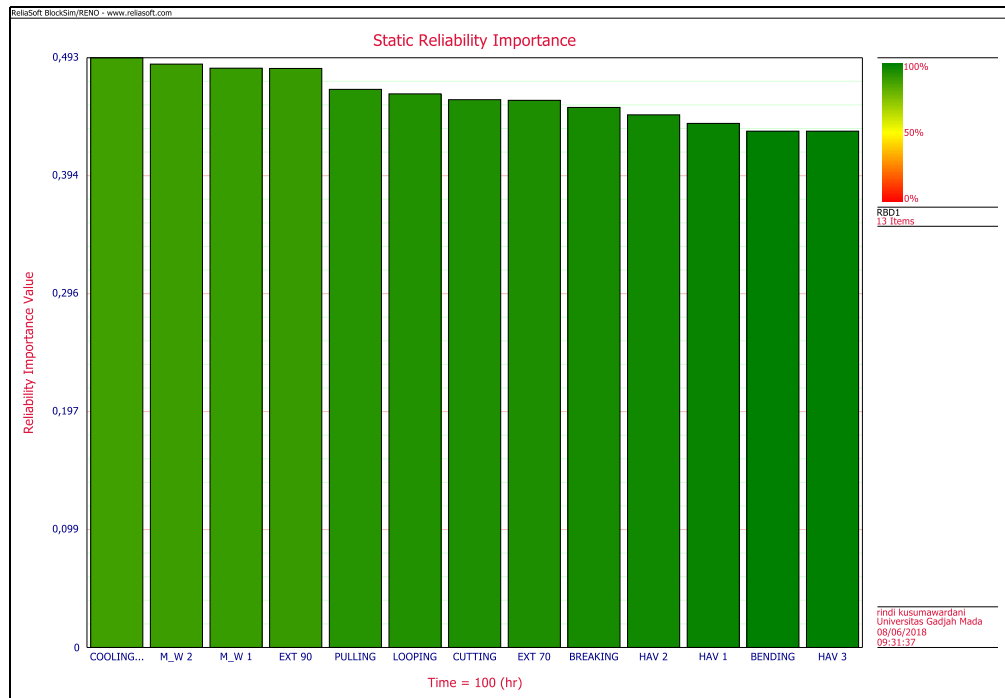
Tabel 5.59 *Reliability Sistem* pada Level Mesin

System Results		
Reliability (100)	Target Reliability (100)	Units
0,431407	0,85	Hour

Tabel 5.59 merupakan hasil *reliability* sistem pada level mesin untuk running 100 jam. Sedangkan tabel dibawah ini merupakan tabel *reliability allocation* untuk masing-masing mesin. Pada tabel di bawah terlihat bahwa semua mesin perlu dilakukan perbaikan untuk meningkatkan nilai *reliability* sistem. Hal ini dapat diketahui dengan melihat perbedaan antaran nilai *reliability* dengan *target reliability*, jika terdapat perbedaan maka mesin tersebut diperlukan perbaikan.

Tabel 5.60 *Reliability Allocation* pada Level Mesin

RBD1 (Cost Optimized)						
Block Name	Max. Achievable Reliability	Feasibility	RI (100)	Reliability (100)	Target Reliability (100)	Equivalent Parallel Units *
LOOPING	1	Easy (1)	0,462591	0,932588	0,985593	1,572167
EXT 70	1	Easy (1)	0,457177	0,943633	0,987033	1,510976
EXT 90	1	Easy (1)	0,483785	0,891733	0,98087	1,779685
COOLING BATCH	1	Easy (1)	0,492745	0,875519	0,979177	1,858171
M_W 1	1	Easy (1)	0,48405	0,891246	0,980818	1,782061
M_W 2	1	Easy (1)	0,487422	0,88508	0,980166	1,812021
OVEN 1	1	Easy (1)	0,437887	0,985202	0,993939	1,211859
OVEN 2	1	Easy (1)	0,445087	0,969265	0,990866	1,34845
PULLING	1	Easy (1)	0,466354	0,925063	0,98466	1,612167
BREAKING	1	Easy (1)	0,451215	0,956101	0,988791	1,436725
CUTTING	1	Easy (1)	0,457737	0,942479	0,986878	1,517537



Gambar 5.24 *Static RI vs Time* untuk RBD Level Mesin

Pada Tabel 5.60 dan Gambar 5.24 dapat diketahui bahwa mesin *cooling batch* memiliki pengaruh besar pada nilai *reliability* namun dikarenakan *preventive maintenance* dilakukan untuk semua mesin dalam jangka waktu sebulan sekali maka akan dilakukan simulasi untuk tindakan *preventive maintenance* yang dilakukan pada jangka waktu dua minggu sekali.

Tabel 5.61 Hasil Simulasi pada Level Mesin

System Overview	
General	
Mean Availability (All Events):	0,64027
Std Deviation (Mean Availability):	0,383186
Mean Availability (w/o PM, OC & Inspection):	0,64027
Point Availability (All Events) at 100 hr:	0,4347
Reliability at 100 hr:	0,4347
Uptime (hr):	64,027029
Total Downtime (hr):	35,972971

Tabel 5.61 Hasil Simulasi pada Level Mesin (lanjutan)

Metrics	
Summary Metrics	
MTTFF (hr):	113,262037
MTBF (Total Time) (hr):	176,897223
MTBF (Uptime) (hr):	113,262037
MTBE (Total Time) (hr):	176,897223
MTBE (Uptime) (hr):	113,262037
MTTM (hr):	63,635186
MTTR (hr):	-
Downtime Summary	
Waiting Downtime (hr):	35,972971
Critical Downtime (hr):	-
Event Count Summary	
System Failures	
Expected Number of Failures:	0,5653
Std Deviation (Number of Failures):	0,495742
CM Actions	
Number of CMs:	0
CM Downtime (hr):	0
Inspections	
Number of Inspections:	0
Inspection Downtime (hr):	0
PM Actions	
Number of PMs:	0
PM Downtime (hr):	0
OC Actions	
Number of OCs:	0
OC Downtime (hr):	0
State Change Triggers	
Number of OFF Events by Trigger:	0
Total	
Total Events:	0,5653
Cost Summary	
Opportunity Costs	
Opportunity Cost(Total):	Rp 0,00
Total Costs	
System Total Cost:	Rp 0,00
Revenue	
Total Revenue:	Rp 0,00
Throughput Analysis Summary	
Throughput	
Total Throughput:	N/A
Throughput Metrics	
Maximum Capacity:	N/A
Actual Utilization:	N/A

Tabel 5.62 merupakan tabel hasil simulasi untuk *preventive maintenance* dengan jeda waktu satu bulan. Nilai *reliability* mengalami peningkatan jika dilihat dengan hasil *running reliability* sebelumnya. Nilai *reliability* sebelum diberi perlakuan CM dan PM per mesin 0,4347 setelah diberikan perlakuan CM dan PM dan PM dilakukan setiap sebulan sekali meningkat menjadi 0,4487.

Yang mengalami peningkatan jauh adalah nilai *availability* dari mesin yakni yang semula dari 0,4347 menjadi 0,9925.

Tabel 5.62 Hasil Simulasi dengan Penambahan *Repairing Time* dan *Preventive Maintenance*

System Overview	
General	
Mean Availability (All Events):	0,991057
Std Deviation (Mean Availability):	0,013724
Mean Availability (w/o PM, OC & Inspection):	0,991057
Point Availability (All Events) at 100 hr:	0,9925
Reliability at 100 hr:	0,4487
Uptime (hr):	99,105685
Total Downtime (hr):	0,894315
Metrics	
Summary Metrics	
MTTFF (hr):	111,206188
MTBF (Total Time) (hr):	116,536534
MTBF (Uptime) (hr):	115,494331
MTBE (Total Time) (hr):	116,536534
MTBE (Uptime) (hr):	115,494331
MTTM (hr):	1,042203
MTTR (hr):	1,042203
Downtime Summary	
Waiting Downtime (hr):	0
Critical Downtime (hr):	-
Event Count Summary	
System Failures	
Expected Number of Failures:	0,8581
Std Deviation (Number of Failures):	0,936831
CM Actions	
Number of CMs:	0,8581
CM Downtime (hr):	0,894315
Inspections	
Number of Inspections:	0
Inspection Downtime (hr):	0

Tabel 5.62 Hasil Simulasi dengan Penambahan *Repairing Time* dan *Preventive Maintenance* (lanjutan)

PM Actions		
Number of PMs:		0
PM Downtime (hr):		0
OC Actions		
Number of OCs:		0
OC Downtime (hr):		0
State Change Triggers		
Number of OFF Events by Trigger:		0
Total		
Total Events:		0,8581
Cost Summary		
Opportunity Costs		
Opportunity Cost(Total):		Rp 0,00
Total Costs		
System Total Cost:		Rp 36,00
Revenue		
Total Revenue:		Rp 0,00

Kemudian diberikan perlakuan lagi dengan menjalankan *running* simulasi dengan interval PM adalah sesuai dengan nilai MTTR, rata-rata jam kerja, rata-rata pemeriksaan mesin, dan rata-rata kerusakan yang kemudian didapatkan *frequensi* interval pemeriksaan. Interval pemeriksaan pada tiap mesin ini berbeda-beda tergantung pada rata-rata kerusakan, nilai MTTR, rata-rata pemeriksaan mesin. Perhitungan interval pemeriksaan dapat dilihat pada persamaan 3.2 sampai dengan persamaan 3.6. Hasil perhitungan interval pemeriksaan ditunjukkan pada Tabel 5.63

Tabel 5.63 Hasil Perhitungan Interval Pemeriksaan

Mesin	Interval Pemeriksaan (hari)
<i>Cutting</i>	37
<i>Pulling</i>	49
<i>Bending</i>	49
<i>Breaking</i>	56
<i>Ext 90</i>	33
<i>Ext 70</i>	36
<i>Cooling batch</i>	42

Tabel 5.63 Hasil Perhitungan Interval Pemeriksaan (lanjutan)

<i>Microwave 1</i>	36
<i>Microwave 2</i>	35
<i>Oven 1</i>	41
<i>Oven 2</i>	33
<i>Oven 3</i>	34
<i>Looping</i>	49

Pada Tabel 5.63 diketahui bahwa interval pemeriksaan paling cepat adalah 33 hari maka semua jenis pemeriksaan untuk proses *extrusion* adalah 33 hari. Hal ini dikarenakan sistem proses *extrusion* adalah seri jika dilakukan sesuai dengan interval pemeriksaan sesuai dengan perhitungan maka yang terjadi proses tidak akan berjalan untuk proses produksi maka akan timbul *loss production*. Disamping itu, jika dilakukan pemeriksaan satu mesin maka akan mengakibatkan semua mesin berhenti, sehingga akan lebih efisien jika pemeriksaan dilakukan pada interval pemeriksaan tercepat, yakni pada hari ke 33. Jika terjadi abnormal pada mesin dapat ditangani pada pemeriksaan itu. Jika pemeriksaan diambil pada waktu yang terpanjang maka akan mengakibatkan mesin dengan interval pemeriksaan terpendek mengalami penurunan fungsi.

Hasil dari *running simulasi* untuk perlakuan tiga dapat dilihat pada Tabel 5.64

Tabel 5.64 Hasil Simulasi dengan Penambahan *Repairing Time* dan Perubahan *Preventive Maintenance*

System Overview	
General	
Mean Availability (All Events):	0,991473
Std Deviation (Mean Availability):	0,013494
Mean Availability (w/o PM, OC & Inspection):	0,991473
Point Availability (All Events) at 100 hr:	0,9938
Reliability at 100 hr:	0,446
Uptime (hr):	99,147333
Total Downtime (hr):	0,852667
Metrics	
Summary Metrics	
MTTFF (hr):	117,181145
MTBF (Total Time) (hr):	123,198226
MTBF (Uptime) (hr):	122,147755
MTBE (Total Time) (hr):	123,198226
MTBE (Uptime) (hr):	122,147755
MTTM (hr):	1,050471
MTTR (hr):	1,050471
Downtime Summary	
Waiting Downtime (hr):	0
Critical Downtime (hr):	-
Event Count Summary	
System Failures	
Expected Number of Failures:	0,8117
Std Deviation (Number of Failures):	0,905276
CM Actions	
Number of CMs:	0,8117
CM Downtime (hr):	0,852667
Inspections	
Number of Inspections:	0
Inspection Downtime (hr):	0
PM Actions	
Number of PMs:	0
PM Downtime (hr):	0
OC Actions	
Number of OCs:	0
OC Downtime (hr):	0
State Change Triggers	
Number of OFF Events by Trigger:	0
Total	
Total Events:	0,8117

Tabel 5.64 Hasil Simulasi dengan Penambahan *Repairing Time* dan Perubahan *Preventive Maintenance* (lanjutan)

Cost Summary	
Opportunity Costs	
Opportunity Cost(Total):	Rp0,00
Total Costs	
System Total Cost:	Rp34,00
Revenue	
Total Revenue:	Rp0,00
Throughput Analysis Summary	
Throughput	
Total Throughput:	N/A
Throughput Metrics	
Maximum Capacity:	N/A
Actual Utilization:	N/A

Hasil yang ditunjukkan dengan pemeriksaan 33 hari menyatakan bahwa *reliability* dan *availability* pada proses adalah tidak jauh berbeda dengan kebijakan perusahaan yakni 30 hari (sebulan sekali). Kemudian dilakukan *running* dengan interval pemeriksaan 2 minggu sekali. Dengan pemajuan interval pemeriksaan diharapkan nilai *reliability* meningkat. Penentuan menjadi 2 minggu sekali didasarkan pada perpendekan waktu frekuensi *Preventive Maintenance* yang pernah dilakukan oleh perusahaan ketika penggunaan mesin mengalami *full load*. Hasil untuk interval pemeriksaan 2 minggu dapat dilihat pada Tabel 5.65.

Pada interval 33 hari, *reliability* dari sistem adalah 0,446 dengan $t = 100$ jam. Kemudian *availability* 0,9938. Tidak terdapat peningkatan *availability* namun terdapat penurunan *reliability* sebesar 1%.

Tabel 5.65 Hasil Simulasi dengan Penambahan *Repairing Time* dan Perubahan *Preventive Maintenance* (dua minggu sekali)

System Overview	
General	
Mean Availability (All Events):	0,993167
Std Deviation (Mean Availability):	0,01746
Mean Availability (w/o PM, OC & Inspection):	0,993167
Point Availability (All Events) at 100 hr:	0,9935
Reliability at 100 hr:	0,4537
Uptime (hr):	99,117886
Total Downtime (hr):	0,896114
Metrics	
Summary Metrics	
MTTFF (hr):	112,206188
MTBF (Total Time) (hr):	117,536534
MTBF (Uptime) (hr):	116,494331
MTBE (Total Time) (hr):	116,636534
MTBE (Uptime) (hr):	115,594331
MTTM (hr):	1,142203
MTTR (hr):	1,142203
Downtime Summary	
Waiting Downtime (hr):	0
Critical Downtime (hr):	-
Event Count Summary	
System Failures	
Expected Number of Failures:	0,8671
Std Deviation (Number of Failures):	0,94531
CM Actions	
Number of CMs:	0,8671
CM Downtime (hr):	0,88765
Inspections	
Number of Inspections:	0
Inspection Downtime (hr):	0
PM Actions	
Number of PMs:	0
PM Downtime (hr):	0
OC Actions	
Number of OCs:	0
OC Downtime (hr):	0
State Change Triggers	
Number of OFF Events by Trigger:	0
Total	
Total Events:	0,8671

Tabel 5.65 Hasil Simulasi dengan Penambahan *Repairing Time* dan Perubahan *Preventive Maintenance* (dua minggu sekali) (lanjutan)

Cost Summary	
Opportunity Costs	
Opportunity Cost(Total):	Rp 0,00
Total Costs	
System Total Cost:	Rp 35,00
Revenue	
Total Revenue:	Rp 0,00

Dari frekuensi pemeriksaan dua minggu sekali didapatkan nilai *reliability* dan *availability* adalah 45% dan 99,35%

Jika penentuan frekuensi dilakukan selama dua minggu sekali akan mengakibatkan proses sering berhenti sehingga bagian produksi akan kesulitan dalam memenuhi permintaan, sehingga penentuan frekuensi pemeriksaan untuk proses *extrusion* adalah 33 hari atau tetap pada kebijakan perusahaan yakni sebulan sekali

Tabel 5.66 menunjukkan hasil rekap dari tiga *scenario* yang telah dibangun.

Tabel 5.66 Rekap Tiga *Scenario*

<i>Scenario</i>	<i>reliability</i>	kenaikan (%)	<i>availability</i>
<i>Existing</i>	0,0165		0,0165
1	0,0166	0,61%	0,9554
2	0,0276	67%	0,9592
3	<i>Existing</i>	0,4487	0,9938
	33 hari	0,446	1%
	2 minggu	0,4537	1%

Tabel 5.67 menunjukkan hasil rekap untuk nilai *reliability* pada level mesin dan level komponen

Tabel 5.67 Rekap Nilai *Reliability* pada Level Mesin dan Level Komponen

Komponen		Mesin	
Block Name	Reliability (100)	Block Name	Reliability (100)
LOOPING	0,878221	LOOPING	0,932588
EXT 90	0,538944	EXT 70	0,943633
EXT 70	0,645087	EXT 90	0,891733
M/W 1	0,313212	COOLING BATCH	0,875519
M_W 2	0,364746	M_W 1	0,891246
OVEN 1	0,970766	M_W 2	0,88508
OVEN 2	0,796291	OVEN 1	0,985202
OVEN 3	0,969912	OVEN 2	0,969265
COOLING BATCH	0,393813	PULLING	0,925063
PULLING	0,803137	BREAKING	0,956101
BREAKING	0,832219	CUTTING	0,942479
BENDING	0,799587		
CUTTING	0,755724		

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan

1. *Availability* dan *reliability* mesin saling berkaitan, apabila *availability* tinggi belum tentu *reliability* tinggi. Namun apabila *reliability* mesin tinggi maka *availability* tinggi. *Reliability block diagram* merupakan salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk melakukan perhitungan *reliability* sistem secara menyeluruh. Salah satu *software* yang dapat digunakan untuk memodelkan *reliability block diagram*, mengetahui *reliability allocation*, dan sekaligus dapat mensimulasikan model adalah *software Reliasoft Blocksim*. *Reliability* pada sistem pada level komponen adalah 0,00416 atau 0,416% dengan t 100 jam. Sedangkan *reliability* pada level mesin adalah 0,431407 atau 43% dengan t 100 jam. Perbedaan ini dikarenakan adanya beda level penjabaran. Pada level komponen, masing-masing mesin dijabarkan hingga level komponen dimana masing-masing komponen memiliki distribusi waktu antar kerusakan yang berbeda-beda. *Reliability Block Diagram* untuk proses *Extrusion* dapat dilihat pada Gambar 5.16.

Reliability pada masing-masing mesin untuk level komponen dan pada level mesin dapat dilihat pada tabel 5.67.

Critically equipment pada sistem adalah mesin *microwave 2*, *microwave 1*, dan mesin *cooling batch*.

2. Diberikan perlakuan untuk tiga perlakuan yang berbeda, yakni pemberian *repairing time*, penambahan komponen paralel untuk mesin *microwave 2*, dan pemajuan jadwal *preventive maintenance*. Dari tiga *scenario* yang telah dibangun dan dianalisa pada Bab V, yang memberikan peningkatan *reliability* adalah perlakuan dua. Perlakuan dua memberikan peningkatan nilai *reliability*

2,27% yang semula 1,6% dan nilai *availability* yang meningkat menjadi 0,9592. Namun, biaya yang dikeluarkan memiliki nilai yang paling tinggi Rp 230. Tetapi melihat nilai *availability* yang mencapai 95% artinya bahwa ketersediaan mesin dalam menjalankan fungsinya adalah 95%. Hasil pada ketiga *scenario* yang telah dibangun dapat dilihat pada Tabel 5.66.

6.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat diberikan saran

1. Mempersingkat waktu perbaikan, *repairing time* untuk mengurangi *waste*
2. Memberikan *trolly* peralatan untuk operator untuk mengurangi waktu *waste* dalam melakukan mengambil peralatan
3. Pemberian *training* untuk meningkatkan *skill* operator
4. Melakukan perhitungan OEE atau *overall effectiveness equipment* dan melakukan perhitungan *reliability* guna memonitor *availability* dan *reliability* mesin
5. Penambahan komponen pada mesin menjadi paralel guna mengurangi adanya *stop* mesin karena adanya kerusakan
6. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan penelitian pada *line plastic* untuk melihat perbedaan antara *rubber line* dan *plastic line*

DAFTAR PUSTAKA

- Adhikary, D.D., Bose, K. K., Chattopadhyay, S., Bose, D., dan Mitra, S. 2012. RAM Investigation of Coal – Fired Thermal Power Plant: A Case Study. *International Journal of Industrial Engineering Computation*, 423 – 434
- Budiman, H., Rizki M., I., Whulanza, Y., dan Warjito. 2014. Analisa Reliabilitas dan Simulasi Reliability Block Diagram pada Sistem Straight Run Motor-Gas Compressor. *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIII*
- Carlucci, E., dan Leonardo T. 2014. Mixed Weibull Distribution as Best Representative of Forced Outage Distribution to be Implemented in Blocksim. *Proceedings of ASME Power Conference*, July 28-31
- Conraddi, P.D.F., Fourie, C.J., Vlok, P.J., dan Treurnicht, N.F. 2015. Quantifying System Reliability In Rail Transportation In An Ageing Fleet Environment. *South African Journal of Industrial Engineering*, Vol. 26 (2). 128-142.
- Dewangan, D.N., Jha, M. K., dan Banjare, Y.P., 2014. Reliability Investigation of Steam Turbine Used In Thermal Power Plant. *International Journal of Innovative Research in Engineering and Technology*, Vol. 3, Issue 7.
- Ebeling, C.E. 1997. *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. Singapore : Mc Graw Hill Book, Co
- Nursubiyantoro, E. dan Triwiyanto. 2012. Sistem Manajemen Perawatan Unit MMU Pump dan Oil Shipping Pump. *Industrial Engineering Conference (IEC) 2012*.
- ITEM Software. 2007. *Reliability Block Diagram*. ITEM Software, Inc
- Jaffer, M. A., Udaiappan, M., Taisum, T. K., dan Srinivasan, S. 2013. Reliability, Availability, Maintainability Study: A Bussiness Perspective.

International Journal of Performability Engineering, Vol. 9 No. 4, 445-454

- Jardine, AKS. 1973. *Replacement and Reliability*. London: Pitman Publishing
- Jardine, AKS., Tsang, AHC. 2013. *Maintenance, Replacement, and Reliability: Theory and Applications*. Florida: CRC Press
- Kostina, M., Karaulova, T., Sahno, J., dan Maleki, M. 2012. Reliability Estimation for Manufacturing Processes. *Journal of Achievement in Materials and Manufacturing Engineering*. Vol 51 Issue 1
- Kumar, G., Jain, V., dan Gandhi, O.P., 2013. Availability Analysis of Reliable Mechanical System Using Analytical Semi-Markov Approach. *Quality Engineering*. 25:2, 97-107, DOI: 10.1080/08982112.2012.751606
- Micro Denshi Co.,Ltd. 2018. Micro Denshi. *Product Spesification*. [online], ([www.http://microdenshi.co.jp/en/device/#1](http://microdenshi.co.jp/en/device/#1), diakses tanggal 17 Juli 2018)
- Mokhtar, A. A., Masdi, M., Hussin, H., dan Majid, M. A. A., 2011. Development of a RAM Simulation Model for Acid Gas Removal System. *International Journal of Mechanical and Mechatronics Engineering*. Vol. 5 No. 12
- Mokhtar, A. A., Misren, M. M., Masdi, M., dan Husein, H. 2016. RAM Analysis of Crude Oil Transfer Pump using Dominant Failures Mode. *ARPJN Journal of Engineering and Applied Science*. Vol. 11, No. 22
- Munthe, S., Utama, D.W, dan Pane, I. 2009. Implementasi Manajemen dan Teknik Pemeliharaan pada PT. Garuda Mas Perkasa. *Jurnal Semai Teknologi*. Volume 3, Nomor 1, Juni 2009
- Oriental Motor Asia Pacific PTE. Ltd. 2018. Oriental Motor. *Product Spesification*. [online], (<https://www.orientalmotor.com.sg/products/fan/>, diakses tanggal 17 Juli 2018)

- Praharsi, Y., Sriwana, I. K., dan Sari, D. W. 2015. Perancangan Penjadwalan *Preventive Maintenance* pada PT. Artha Prima Sukses Makmur. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, Vol. 4, No. 1
- Rajput, B. S., dan Vaishali, C. 2015. UML based Approach for System Reliability Assessment. *International Journal of Computer Applications*, Vol.131, No. 2, 0975-8887
- Reliasoft. 2016. *Quick Start Guide Blocksim Version 10*. USA; Reliasoft Corporation
- Reliasoft Software. 2017. BlockSim: *System Reliability and Maintainability Analysis Software Tool*. [online], (<http://www.reliasoft.com/BlockSim/>, diakses tanggal 14 Desember 2017)
- Sianipar, Halomoan. 2008. *Evaluasi Program Pemeliharaan Pabrik Amoniak Usulan dan Pemecahannya dalam Usaha Mengurangi Shutdown Pabrik dan Memperpanjang TurnAround Interval (Studi Kasus di Unit Front End pabrik Amoniak PT. Pupuk Kaltim)*. Tesis. Program Studi Teknik Mesin. Universitas Gadjah Mada
- Sikos, L., dan Klemes, J. 2010. Reliability, Availability, and Maintenance Optimisation of Heat Exchanger Networks. *International Journal of Applied Thermal Engineering*, 30, 63-69
- Soleimani, M., Mohammad Pourgol-Mohammad, Rostami, A., dan Ghanbari, A., 2014. Design for Reliability of Complex System with Limited Failure Data; Case Study of a Horizontal Drilling Equipment. *International Journal of Quality and Reliability Engineering*.
- Sunderam J., G., dan Mohan M., R. 2011. Integrated System- Reliability Analysis for Wind Turbine. *International Journal of Production Technology and Management Research*, Vol 2, No. 1

- Wang P, Billinton R, Goel L. (2002), Unreliability Cost Assessment of an Electric Power System using Reliability Network Equivalent Approaches, *IEEE Trans on Power Systems*, Vol.17, no.3, pp 549 – 556.
- Yuhelson, Syam, B., Sinullingga, S., dan Isranuri, I. 2010. Analisis *Reliability* dan *Availability* Mesin Pabrik Kelapa Sawit PT. Perkebunan Nusantara 3. *Jurnal Dinamis*, Vol. 11, No. 6.

LAMPIRAN 1 DATA KERUSAKAN MESIN TAHUN 2006-2017

Tabel Data Kerusakan Mesin

Tanggal	MACHIN E	KOMPONEN	AREA	PROBLEM	WHY	COUNTER MEASURE	PIC	PI C	KIN D
10-Sep-06	<i>OVEN 1</i>	EXHAUST FAN	RUBBE R 1	EXHAUST FAN TRIP		GANTI FAN BELT DAN MOTOR EXHAUST		1	60
6-Dec-06	<i>OVEN 1</i>	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI TEFLON BELT DENGAN SPARE			60
7-Feb-07	<i>OVEN 1</i>	BEARING	RUBBE R 1	MOTOR EXHAUST NO. 3 RUSAK, BEARING RUSAK		GANTI BEARING DENGAN SPARE			60
2-Sep-07	<i>OVEN 1</i>	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI CONVEYOR			60
30-Sep-07	<i>OVEN 1</i>	BEARING	RUBBE R 1	EXHAUST ADA BUNYI BISING		GANTI BEARING			45
24-Feb-08	<i>OVEN 1</i>	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI SPARE			30
1-Jul-08	<i>OVEN 1</i>	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI SPARE			15
30-Aug-08	<i>OVEN 1</i>	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI SPARE			30

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

13-Oct-08	<i>OVEN 1</i>	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI SPARE			30
15-Nov-08	<i>OVEN 1</i>	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI SPARE			90
24-Nov-08	<i>OVEN 1</i>	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI SPARE			60
15-Dec-08	<i>OVEN 1</i>	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI SPARE			20
1-Mar-09	<i>OVEN 1</i>	BLOWER	RUBBE R 1	BLOWER BOCOR		CLEANING BLOWER, GANTI BLOWER			60
19-May-09	<i>OVEN 1</i>	EXHAUST FAN	RUBBE R 1	MESIN EXHAUST NO 3 KELUAR BUNYI ANEH		GANTI FAN BELT		2	90
14-Nov-09	<i>OVEN 1</i>	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI SPARE			60
1-Feb-10	<i>OVEN 1</i>	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI TEFLON BELT			30
6-Apr-10	<i>OVEN 1</i>	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI TEFLON BELT			60
2-Jul-10	<i>OVEN 1</i>	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI TEFLON BELT			30
9-Jan-11	<i>OVEN 1</i>	SSR	RUBBE R 1	<i>OVEN TRIP</i>		GANTI KONTRATOR, SSR			60

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

20-Nov-10	BENDING	V-BELT	RUBBER 1	BELT PULLIG BENDING AUS		GANTI V-BELT 762L			60
4-Apr-06	CUTTING	V-BELT	RUBBER 1	V-BELT ROBEK		GANTI V-BELT DENGAN SPARE			45
14-Apr-06	CUTTING	CONVEYOR	RUBBER 1	COVER CONVEYOR LEPAS		GANTI BAUT PENGUNCI DAN PASANG KEMBALI			30
13-Sep-06	CUTTING	V-BELT	RUBBER 1	VAN BELT RUSAK		GANTI VAN BELT			30
5-Dec-06	CUTTING	V-BELT	RUBBER 1	V-BELT ROBEK		GANTI DENGAN SPARE			30
2-Jan-07	CUTTING	CONVEYOR	RUBBER 1	PART SERING NYANGKUT DI MESIN CUTTING		REPAIR M/C CUTTING			30
22-Mar-07	CUTTING	PULLEY	RUBBER 1	SPEED ABNORMAL KARENA PIN GEAR PADA GEARBOX LEPAS		REPAIR			30
10-May-07	CUTTING	PISAU CUTTING	RUBBER 1	HASIL CUTTING TIDAK PUTUS		REPAIR PISAU DAN SETTING			15

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

3-Jul-08	CUTTING	V-BELT	RUBBER 1	V-BELT PULLING M/C CUTTING RUSAK		GANTI V-BELT, GANTI BEARING			25
3-Aug-09	CUTTING	CONVEYOR	RUBBER 1	ROLL CONVEYOR MESIN CUTTING ABNORMAL SEHINGGA TIDAK BISA BERPUTAR		SETTING UANG ROLL REPAIR V- BELT			30
5-Jan-10	CUTTING	PULLEY	RUBBER 1	PULLEY M/C CUTTING TIDAK BSA BERPUTAR		GANTI BEARING			20
6-Jan-10	CUTTING	V-BELT	RUBBER 1	V-BELT M/C CUTTING TIDAK BSA BERPUTAR		GANTI V-BELT			30
19-Feb-10	CUTTING	COUPLING	RUBBER 1	PULLING M.C CUTTING TDAK BISA BERPUTAT		GANTI PIN COUPLE			15

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

14-Mar-10	CUTTING	V-BELT	RUBBE R 1	V-BELT PULLING CUTTIG SOBEK		GANTI V-BELT			30
11-May-10	CUTTING	V-BELT	RUBBE R 1	V-BELT PULLING CUTTING RUSAK		GANTI V-BELT			15
1-Jul-10	CUTTING	SENSOR	RUBBE R 1	ERROR DETECT POSITION		GANTI MAXIMITY SENSOR			15
11-Nov-10	CUTTING	V-BELT	RUBBE R 1	V-BELT PULLING RUSAK		GANTI V-BELT			30
20-Nov-10	CUTTING	V-BELT	RUBBE R 1	V-BELT PULLING ROBEK		GANTI V-BELT			30
12-Apr-06	<i>OVEN 2</i>	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT RUSAK		GANTI DENGAN SPARE			30
22-May-06	<i>OVEN 2</i>	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT ROBEK		GANTI DENGAN SPARE DAN SETTING			15

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

8-Dec-06	<i>OVEN 2</i>	HEATER	RUBBER 1	CONVEYOR MATI, BREAKER <i>OVEN</i> NO. 2 TRIP, KONTRAKTOR DAN SSR TERBAKAR		GANTI KONTRAKTOR DENGAN SPARE, TEMPORARY PAKAI 1 HEATER			15
10-Dec-06	<i>OVEN 2</i>	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT ROBEK, SSR TERBAKAR		TEFLON DAN SSR GANTI			30
2-Aug-07	<i>OVEN 2</i>	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI TEFLON BELT			30
9-Nov-07	<i>OVEN 2</i>	HEATER	RUBBER 1	MESIN TRIP		GANTI SSR DAN GANTI KONTRAKTOR			120
18-Dec-07	<i>OVEN 2</i>	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI TEFLON			30
5-Mar-08	<i>OVEN 2</i>	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI TEFLON			90
1-May-08	<i>OVEN 2</i>	BLOWER	RUBBER 1	BLOWER PANEL MATI		GANTI KIPAS BLOWER			60
21-May-08	<i>OVEN 2</i>	BLOWER	RUBBER 1	BLOWER MACET		CLEANING BLOWER			20
29-Jun-08	<i>OVEN 2</i>	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI CONVEYOR			15

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

22-Aug-08	<i>OVEN 2</i>	EXHAUST FAN	RUBBE R 1	EXHAUST FAN NO 3 MATI		REPAIR KABEL YANG PUTUS			60
3-Mar-09	<i>OVEN 2</i>	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI TEFLON BELT			40
6-May-09	<i>OVEN 2</i>	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI TEFLON BELT			270
11-Sep-09	<i>OVEN 2</i>	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI TEFLON BELT			30
7-Feb-10	<i>OVEN 2</i>	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI TEFLON BELT			15
5-Nov-10	<i>OVEN 2</i>	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI TEFLON BELT			60
4-Dec-06	<i>OVEN 3</i>	EXHAUST FAN	RUBBE R 1	EXHAUST FAN PANEL KONTROL <i>OVEN</i> 3 BERBUNYI BERISIK		GANTI EXHAUST FAN			90
7-Sep-07	<i>OVEN 3</i>	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BLT ROBEK		GANTI TEFLON BELT DENGAN SPARE			15
1-Feb-08	<i>OVEN 3</i>	HEATER	RUBBE R 1	TEMPERATURE TURUN		TEMPERATURE CONTROL GANTI			200

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

20-Apr-08	<i>OVEN 3</i>	TEFLON BELT	RUBBE R 1	V-BELT EXHAUST FAN PUTUS		GANTI V-BELT			90
6-Jul-08	<i>OVEN 3</i>	TEFLON BELT	RUBBE R 1	V-BELT CONVEYOR ROBEK		GANTI V-BELT			15
27-Nov-08	<i>OVEN 3</i>	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI TEFLON BELT			30
18-Dec-08	<i>OVEN 3</i>	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI TEFLON BELT			30
24-Jan-09	<i>OVEN 3</i>	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI TEFLON BELT			15
8-Feb-09	<i>OVEN 3</i>	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI TEFLON BELT			15
15-Sep-09	<i>OVEN 3</i>	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI TEFLON BELT			30
26-Jan-10	<i>OVEN 3</i>	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI TEFLON BELT			50
21-Jul-10	<i>OVEN 3</i>	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI TEFLON BELT			15
27-Aug-10	<i>OVEN 3</i>	HEATER	RUBBE R 1	TEMPERATURE ABNORMAL		GANTI SSR			60
12-Sep-10	<i>OVEN 3</i>	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT RUSAK		GANTI TEFLON BELT			60

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

15-Nov-10	OVEN 3	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT RUSAK		GANTI TEFLON BELT			30
12-Feb-06	PULLING	SPROKET	RUBBER 1	RUBBER DAN RANTAI SPROKET AUS		GANTI RUBBER DAN RANTAI			60
15-Dec-06	PULLING	INVERTER	RUBBER 1	KERJA MESIN TIDAK STABIL, KECEPATAN BERUBAH UBAH		REPAIR SAFT, GANTI BEARING			50
12-Feb-07	PULLING	RANTAI	RUBBER 1	RANTAI DAN RUBBER SAT AUS		RANTAI DAN RUBBER SET GANTI			90
7-Apr-07	PULLING	GEARBOX	RUBBER 1	GEARBOX AUS		GANTI GEARBOX DAN SPROKET RANTAI			30
13-Mar-08	PULLING	PULLING BELT	RUBBER 1	BANTALAN PULLING LEPAS		GANTI BANTALAN			15
30-Aug-09	PULLING	SPROKET	RUBBER 1	PULLING TIDAK BISA BERPUTAR		PASANG KEMBALI PIN			30
2-Feb-10	PULLING	PULLING BELT	RUBBER 1	BANTALAN PULLING RONTOK		GANTI BANTALAN			45

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

1-Jul-10	PULLING	PULLING BELT	RUBBER 1	UPPER PULLING TIDAK BISA TURUN		GANTI PULLING BELT			45
19-Jul-10	PULLING	V BELT	RUBBER 1	V-BELT PULLING RUSAK		GANTI V-BELT			15
18-Apr-07	COOLING BATCH	STRAINER	RUBBER 1	AIR COOLAN TIDAK MENGALIR		COOLING FILTER			15
7-Sep-11	COOLING BATCH	POMPA	RUBBER 1	MOTOR PUMP SHORT		GANTI MOTOR	KAMAL		30
2-Dec-14	COOLING BATCH	BLOWER	RUBBER 1	BLOWER NOISE		GANTI BLOWER			120
3-Dec-14	COOLING BATCH	BLOWER	RUBBER 1	BLOWER NOISE	BEARING BLOWER AUS	GANTI BLOWER	IYUS		70
12-Apr-14	COOLING BATCH	CHILLER	RUBBER 1	CHILLER ALARM PHASE FAILURE	PHASA HILANG, BREAKER MELELEH	GANTI BREAKER	SUJUD, ANGGA		75
12-May-15	COOLING BATCH	CHILLER	RUBBER 1	CHILLER TRIP		KONTRAKTOR NG GANTI CAMP			30
13-May-15	COOLING BATCH	CHILLER	RUBBER 1	COOLING BATCH TIDAK DINGIN		GANTI KONTRAKTOR M/C CHILLER			90

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

11-Jun-15	COOLING BATCH	BLOWER	RUBBER 1	BLOWER NOISE		GANTI BLOWER			60
22-Aug-15	COOLING BATCH	BLOWER	RUBBER 1	BLOWER NOISE		GANTI BLOWER			20
31-Aug-15	COOLING BATCH	BLOWER	RUBBER 1	BLOWER NOISE		GANTI BLOWER			15
10-May-16	COOLING BATCH	CHILLER	RUBBER 1	PM MESIN TEMPERATURE CHILLER KURANG DIINGIN		CLEANING KONDENSATOR			60
20-Sep-17	COOLING BATCH	BLOWER	RUBBER 1	BLOWER TRIP		GANTI BLOWER			40
21-Sep-17	COOLING BATCH	BLOWER	RUBBER 1	BLOWER NOISE		BLOWER RUSAK			270
29-Apr-11	M/W 2	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI TEFLON BELT	SUJUD, JWD		30
2-May-11	BREAKING	V-BELT	RUBBER 1	V-BELT PECAH		GANTI V-BELT	SUJUD		30
6-May-11	COOLING BATCH	V-BELT	RUBBER 1	V-BELT PUTUS		GANTI V-BELT	KAMAL		60
6-May-11	OVEN 2	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI TEFLON BELT	KAMAL, SGH		60

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

9-May-11	PULLING	PULLING BELT	RUBBE R 1	CATTERPILLAR PULLING ROBEK		GANTI PULLING BELT	JWD, WHE, SJD		20
12-May-11	CUTTING	SENSOR	RUBBE R 1	M/C TIDAK BISA AUTO		GANTI PROXIMITY	KML, SGH		15
18-May-11	EXT 90	HOSE	RUBBE R 1	SELANG AIR BOCOR		GANTI SELANG	SGH		60
20-May-11	M/W 2	TEFLON BELT	RUBBE R 1	CONV. 2 TEFLON BELT PUTUS		GANTI TEFLON BELT	IYUS, SUJUD		30
29-May-11	M/W 2	TEFLON BELT	RUBBE R 1	CONV 1 TEFLON BELT PUTUS		GANTI TEFLON BELT	KAMAL, SGH		30
12-Jun-11	M/W 2	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT CONV.2 PUTUS		GANTI TEFLON BELT	SGH		60
19-Nov-10	M/W 1	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI TEFLON BELT	SGH	1	60
15-Jun-11	M/W 1	TEFLON BELT	RUBBE R 1	FLEK RUN GLASS 166N		GANTI TEFLON BELT	SGH, IYUS SUJUD		70
17-Jun-11	M/W 1	MAGNETRON	RUBBE R 1	ALARM GENERATOR		GANTI MAGNETRON 3,4	SUJUD, IYUS		60
20-Jun-11	OVEN 2	TEFLON BELT	RUBBE R 1	V-BELT PUTUS		GANTI V-BELT	KAMAL		60

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

30-Jun-11	M/W 2	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI TEFLON BELT	SGH, KAMAL		60
9-Jul-11	OVEN 3	HEATER	RUBBER 1	ALARM OVERHEAT	TEGANGAN INVERTER TIDAK RAT	PENGECEKAN HEATER DAN GANTI SSR	KAMAL, JWD	2	120
15-Jul-11	M/W 2	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT PUTUS	SAMBUNGAN LEPAS	GANTI TEFLON BELT	IYUS, SUJUD		45
24-Jul-11	M/W 2	TEFLON BELT	RUBBER 1	CONV 2 TEFLON BELT PUTUS		GANTI TEFLON BELT	SUJUD, KAMAL		60
24-Jul-11	OVEN 2	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI TEFLON BELT	SUJUD, KAMAL		30
24-Jul-11	CUTTING	V-BELT	RUBBER 1	V-BELT PULLING SLIP	V-BELT SOBEK	GANTI V-BELT	SUJUD		20
2-Sep-11	CUTTING	CONVEYOR	RUBBER 1	CONVEYOR BELT SOBEK		GANTI CONVEYOR BELT		3	60
18-Oct-11	OVEN 2	EXHAUST FAN	RUBBER 1	EXHAUST TIDAK NYEDOT	V-BELT PUTUS	GANTI V-BELT		2	30
20-Oct-11	M/W 1	EMERGENCY	RUBBER 1	ALARM EMERGENCY STOP	EMERGENCY PATAH	GANTI EMERGENCY STOP		1	10
21-Oct-11	M/W 2	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI TEFLON BELT		2	70
1-Dec-11	OVEN 2	BLOWER	RUBBER 1	BLOWER NOISE	BEARING MACET	GANTI BEARING		2	60

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

5-Nov-11	OVEN 3	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI TEFLON BELT	SGH		60
2-Dec-11	OVEN 3	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI TEFLON BELT		2	60
15-Jun-11	EXT 90	POMPA	RUBBE R 1	POMPA SCREW TIDAK MENYALA		GANTI POMPA		2	15
5-Sep-11	EXT 90	HEATER	RUBBE R 1	HEATER CYLINDER 2 SHORT		GANTI HEATER	KAMAL, SGH		60
11-Sep-11	EXT 90	HEATER	RUBBE R 1	TEMP CYL & SCREW ABN		GANTI HEATER SCREW	SUJUD, JWD, DANI		40
11-Sep-11	M/W 2	BLOWER	RUBBE R 1	GEN 3 BLOWER NOISE		GANTI BLOWER	KAMAL, SGH		60
7-Oct-11	OVEN 2	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI TEFLON BELT	IYUS		120
17-Oct-11	M/W 1	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT PUTUS		GANTI TEFLON BELT	SGH, JWD		60
22-Oct-11	M/W 2	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT CONV.1 PUTUS		GANTI TEFLON BELT	SGH		120
7-Nov-11	BENDING	V-BELT	RUBBE R 1	M/C TIDAK BISA NARIK PART	V-BELT SOBEK	GANTI V-BELT	KAMAL		30

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

16-Nov-11	M/W 1	BLOWER	RUBBER 1	GEN ALARM SAAT POWER 3,5KW	BLOWER MAGNETRON PUTARAN LEMAH	GANTI BLOWER MAGNETRON	SGH		60
9-Dec-11	M/W 2	TEFLON BELT	RUBBER 1	EXHAUST TIDAK NYEDOT	TEFLON BELT NG	GANTI TEFLON BELT	KAMAL		45
1-Jan-12	OVEN 2	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT TIDAK BERPUTAR	ROLL ADJUSTER CONVEYOR MACET	GANTI BEARING UNIT		1	30
1-Jan-12	M/W 2	MAGNETRON	RUBBER 1	GEN ALARM	GENERATOR OVER HEAT	GANTI MAGNETRON	SGH		45
5-Jan-12	M/W 2	BLOWER	RUBBER 1	GEN ALARM	BLOWER MAGNETRON RUSAK	GANTI BLOWER	DJUWADI IYUS		60
20-Jan-12	BREAKING	V-BELT	RUBBER 1	M/C TIDAK BISA TARIK PART	V-BELT SOBEK	GANTI V-BELT	IYUS		25
7-Jan-12	BENDING	V-BELT	RUBBER 1	PROFIL BERUBAH	V-BELT AUS	GANTI V-BELT	SGH		45
7-Jan-12	M/W 2	BLOWER	RUBBER 1	GEN ALARM	FAN NO.2 TIDAK BERPUTAR	GANTI BLOWER	SGH, SJD		65
12-Jan-12	OVEN 3	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT PUTUS	BELT BERGESEKAN DG INSERT	GANTI TEFLON BELT	IYUS, SUJUD		60

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

8-May-11	EXT 70	HOSE	RUBBER 1	HOSE COOLING SCREW BOCOR	HOSE BERGESEKAN DNG TRAY	GANTI HOSE, BERI PENGAMAN TRAY	SGH, KAML		75
10-Feb-12	OVEN 1	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT PUTUS	BELT ROLL MIRING	GANTI TEFLON BELT		1	60
13-Feb-12	PULLING	V BELT	RUBBER 1	RANTAI CATERPILLAR PUTUS	SLIP RANTAI & GEAR	GANTI CATERPILLAR	SGH, KAMAL		60
26-Feb-12	M/W 2		RUBBER 1	GEN 3 TRIP	MAGNETRON PUTUS	GANTI MAGNETRON	SGH		30
26-Feb-12	OVEN 2	EXHAUST FAN	RUBBER 1	MOTOR TRIP	SHAFT FAN AUS	GANTI BEARING, MOTOR	SGH, JWD		50
6-Mar-12	M/W 1	BLOWER	RUBBER 1	ALARM GENERATOR	MAGNETRON OVER HEAT	GANTI BLOWER	SGH, KAMAL		60
7-Mar-12	M/W 1	BLOWER	RUBBER 1	ALARM GENERATOR	MAGNETRON NO.1 PANAS	GANTI BLOWER	SUJUD		90
12-Mar-12	BENDING	V-BELT	RUBBER 1	HASIL PART NG	V-BELT SOBEK	GANTI V-BELT	IYUS		30
5-Oct-11	EXT 90	HEATER	RUBBER 1	HEATER CYLINDER 2 SHORT		GANTI HEATER		3	40
14-Mar-12	EXT 90	HEATER	RUBBER 1	TEMP SILINDER ABNORMAL	HEATER RUSAK	GANTI HEATER	SUJUD		10

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

18-Mar-12	M/W 1	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT SOBEK	TERKENA INSERT SAAT START UP	GANTI TEFLON BELT	SUJUD		60
9-Apr-12	OVEN 2	EXHAUST FAN	RUBBER 1	MOTOR TRIP	KUMPARAN SHORT	GANTI MOTOR	KAMAL		150
9-Apr-12	OVEN 1	TEFLON BELT	RUBBER 1	EXHAUST TIDAK NYEDOT	V-BELT PUTUS	GANTI V-BELT	KAMAL		60
11-Apr-12	CUTTING	V-BELT	RUBBER 1	GERGAJI NOISE	V-BELT NG	GANTI V-BELT	KAMAL		30
26-Apr-12	OVEN 1	TEFLON BELT	RUBBER 1	BLOWER TIDAK NYEDOT	V-BELT LEPAS	GANTI V-BELT	FAI		30
11-May-12	M/W 2	TEFLON BELT	RUBBER 1	CONV NO 2 TEFLON BELT PUTUS	GESEKAN & PANAS	GANTI TEFLON BELT	SUJUD		60
11-May-12	OVEN 2	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT PUTUS	GESEKAN & PANAS	GANTI TEFLON BELT	KAMAL, SGH		60
28-May-12	OVEN 2	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT PUTUS	GESEKAN & PANAS	GANTI TEFLON BELT	JWD, IYUS, KML, AGUS		50
29-Sep-11	EXT 70	MOTOR	RUBBER 1	PUMP CYLINDER HEAD NOISE	BEARING PUMP AUS	GANTI MOTOR PUMP	KAMAL, AGUS		90
2-Jun-12	OVEN 3	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT PUTUS	TEFLON BELT TERGESEK INSERT	GANTI TEFLON BELT	KAMAL/IYUS		60

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

7-Jun-12	M/W 2	MAGNETRON	RUBBE R 1	OUTPUT GEN MAX 2,3KW	MAGNETRON 3 & 4 NG	GANTI MAGNETRON	SUJUD, FAIDLON		30
19-Jun-12	M/W 2	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT PUTUS	ADA MATERIAL DI ROLLER	GANTI TEFLON BELT	SGH, AGUS		50
11-Jun-12	M/W 1	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT PUTUS	GESEKAN	GANTI TEFLON BELT	SUJUD, FAIDLON		60
22-Jun-12	OVEN 3	EXHAUST FAN	RUBBE R 1	EXHAUST FAN TIDAK NYEDOT	V-BELT PUTUS	GANTI V-BELT	SUJUD		15
2-Jul-12	BENDING	INVERTER	RUBBE R 1	ROLL HORISONTAL TDK BERPUTAR	INVERTER ERROR	GANTI INVERTER	SGH, KAMAL, AGUS		30
17-Aug-12	BREAKIN G	V-BELT	RUBBE R 1	V-BELT PECAH	-	GANTI V-BELT	SUJUD, FAIDLON		10
8-Aug-12	OVEN 2	TEFLON BELT	RUBBE R 1	CONVEYOR ALARM	TEFLON BELT PUTUS	GANTI TEFLON BELT	SUJUD, FAIDLON		60
8-Aug-12	OVEN 2	TEFLON BELT	RUBBE R 1	ALARM HEATER HIGH	V-BELT BLOWER PUTUS	GANTI V-BELT	SJD, FAIDLON, SGH		60
10-Aug-12	OVEN 2	BLOWER	RUBBE R 1	BLOWER TIDAK MENGELUARKA N ANGIN	PULLEY MOTOR LEPAS	PASANG PULLEY	KAMAL		60

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

28-Aug-12	OVEN 1	BLOWER	RUBBER 1	BLOWER ABNORMAL	MOTOR SHORT	GANTI MOTOR	KAMAL, SGH		45
28-Aug-12	M/W 2	TEFLON BELT	RUBBER 1	CONVEYOR TERKELUPAS	MATERIAL NYANGKUT DI ROLL	GANTI TEFLON BELT	SGH, KAMAL		60
28-Aug-12	OVEN 1	TEFLON BELT	RUBBER 1	OVEN ALARM BELT CUT	TEFLON BELT PUTUS	GANTI TEFLON BELT	KAMAL, SGH		60
30-Aug-12	EXT 90	HEATER	RUBBER 1	TEMP SCREW ABNORMAL	HEATER PUTUS	GANTI HEATER	KAMAL, IYUS		45
30-Aug-12	BREAKING	BEARING	RUBBER 1	SHAFT PULLING GOYANG	SHAFT PULLING AUS	GANTI SHAFT, BEARING	KAMAL, AGUS		30
1-Sep-12	CUTTING	PISAU CUTTING	RUBBER 1	M/C SERING TRIP	PART NYANGKUT, GERGAJI TUMPUL	GANTI GERGAJI	SGH		50
6-Sep-12	EXT 90	SENSOR	RUBBER 1	TEMP SCREW OVER HEAT	SSR SHORT, HEATER ON TERUS	GANTI SSR	SUJUD, AGUS		30
9-Sep-12	OVEN 3	TEFLON BELT	RUBBER 1	ALARM HEATER OVER HEAT	V-BELT PUTUS	GANTI V-BELT	SUJUD		30
25-Sep-12	OVEN 1	SHAFT	RUBBER 1	EXHAUST FAN TIDAK BERPUTAR	BEARING SHAFT MACET	GANTI SHAFT, BEARING	KAMAL, AGUS		120

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

27-Sep-12	BREAKING	SHAFT	RUBBER 1	ROLL PULLING MACET	BEARING MACET, SHAFT AUS	GANTI SHAFT, BEARING	KAMAL, IYUS, SGH		30
27-Sep-12	OVEN 3	TEFLON BELT	RUBBER 1	OVEN 3 ALARM BELT CUT	TEFLON BELT PUTUS	GANTI TEFLON BELT	KAMAL, AGUS		90
3-Oct-12	OVEN 2	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT PUTUS	TEFLON BELT BERGESEKAN DG INSERT	GANTI TEFLON BELT	IYUS,AGUS,F AIDLN		60
11-Oct-12	EXT 70	POMPA	RUBBER 1	POMPA SCREW BOCOR	MECHANICAL SEAL PUMP RUSAK	GANTI POMPA	KAMAL	1	60
21-Oct-12	BENDING	V-BELT	RUBBER 1	V-BELT SOBEK	GESEKAN PART	GANTI V-BELT	SUJUD, FAIDLON		15
27-Oct-12	OVEN 3	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT TERBELAH	TEFLONBELT TERLIPAT PART	GANTI TEFLON BELT	SGH		60
29-Oct-12	OVEN 1	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT PUTUS	SAMBUNGAN BERGESEKAN	GANTI TEFLON BELT	SGH, KML		40
29-Oct-12	EXT 90	MOTOR	RUBBER 1	MOTOR TERBAKAR	BEARING OVER BOOST	GANTI MOTOR RUBBER LINE 3	ALL		270
3-Dec-12	M/W 1	MAGNETRON	RUBBER 1	M/W ALARM	MAGNETRON NG	GANTI MAGNETRON	KAMAL		30
13-Jan-13	CUTTING	V-BELT	RUBBER 1	PART NYANGKUT	V-BELT TIDAK RATA	GANTI V-BELT	FAIDLON		15

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

19-Jan-13	M/W 1	MAGNETRON	RUBBER 1	GENERATOR ALARM	MAGNETRON TRIP	GANTI MAGNETRON	FAIDLON		60
6-Feb-13	OVEN 2	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT PUTUS	TEFLON BERGESEKAN DENGAN MESIN	GANTI TEFLON BELT	SGH, KML		55
15-Feb-13	M/W 1	SENSOR PRESSURE	RUBBER 1	ALARM CO2	PRESSURE LOW	GANTI TABUNG CO2	SGH		15
18-Feb-13	BENDING	GEAR	RUBBER 1	ROLL HORIZONTAL TIDAK NARIK PART	HOUSING BEVEL GEAR AUS	WELDING HOUSING BEVEL GEAR	SGH		360
19-Feb-13	OVEN 3	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT PUTUS	ADA PART MELILIT DI ROL	GANTI TEFLON BELT	SGH, KML		90
14-Mar-13	PULLING	V BELT	RUBBER 1	PULLING BELT PUTUS	-	GANTI PULLING BELT	FAIDLON		15
15-Mar-13	PULLING	V BELT	RUBBER 1	V-BELT RETAK	-	GANTI PULLING BELT	FAIDLON		30
24-Mar-13	OVEN 2	TEFLON BELT	RUBBER 1	BLOWER OVEN NOISE	V-BELT RETAK	GANTI V-BELT	KAMAL		15
25-Mar-13	CUTTING	V-BELT	RUBBER 1	BELT PULLING PUTUS	SETTING KEKENCANGN	GANTI PULLING BELT	FAIDLON		15
20-Mar-13	BENDING	V-BELT	RUBBER 1	MC NOISE	V-BELT RUSAK	GANTI V-BLET	SGH		30

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

22-Mar-13	M/W 2	TEFLON BELT	RUBBER 1	C/V 1 PUTUS	-	GANTI TEFLON BELT	SUJUD, FAIDLON		50
3-Apr-13	PULLING	V BELT	RUBBER 1	PULLING TIDAK NARIK PART	PULLING BELT PUTUS	GANTI PULLING BELT	KAMAL		15
12-Apr-13	CUTTING	PULLING BELT	RUBBER 1	PULLING TIDAK NARIK PART	PULLING BELT PUTUS	GANTI PULLING BELT	KAMAL		14
13-May-13	CUTTING	V-BELT	RUBBER 1	GERGAJI TIDAK BERPUTAR	V-BELT PUTUS	GANTI V-BELT	FAIDLON		20
16-May-13	BENDING	V-BELT	RUBBER 1	ROLL HORIZONTAL TIDAK BERPUTAR	V-BELT KENDOR	TEMPORARY WELDING PULLEY	SUJUD, FAIDLON		60
23-May-13	EXT 90	FEED ROLL	RUBBER 1	ROLL FEEDER NOISE	AS FEEDER GOYANG	GANTI ROLL FEEDER	ALL		60
3-Jun-13	PULLING	GEARBOX	RUBBER 1	GEAR & AS PULLING AUS	SHAFT AUS	GANTI GEAR, REPAIR AS	ALL		120
12-Jun-13	BENDING	V-BELT	RUBBER 1	V-BELT PUTUS	V-BELT NYANGKUT PART	GANTI V-BELT	SUJUD		10
24-Jun-13	M/W 1	TEFLON BELT	RUBBER 1	PART FLEK CONVEYOR	SAMBUNGAN CONV SOBEK	GANTI TEFLON BELT	AGUS, FAIDLON		60
4-Jul-13	BREAKING	RANTAI	RUBBER 1	PULLING TIDAK NARIK	RANTAI LEPAS	SETTING RANTAI	SUJUD		25

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

8-Jul-13	OVEN 3	BLOWER	RUBBER 1	BLOWER ALARM	BLOWER MACET	GANTI BEARING	SUJUD, AGUS		90
29-Jul-13	M/W 2	LIMIT SWITCH	RUBBER 1	SAAT TEFLON BELT PUTUS TIDAK ADA ALARM	LS RUSAK	GANTI LS	KAMAL		20
30-Jul-13	M/W 2	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT PUTUS	SAMBUNGAN TERKELUPAS	GANTI TEFLON BELT	KAMAL, SGH		60
15-Aug-13	CUTTING	SENSOR	RUBBER 1	HASIL CUTTING VARIASI	ENCODER NG	GANTI ENCODER	KAMAL		100
11-Sep-13	OVEN 1	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT PUTUS	TEFLON BELT SOBEK	GANTI TEFLON BELT	SGH, ANGGA		40
17-Sep-13	OVEN 3	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLONBELT PUTUS	TERSANGKUT GUIDE ROLL	GANTI TEFLON BELT	SUJUD,AGUS, ANGGA		60
16-Sep-13	BENDING	MOTOR	RUBBER 1	MESIN NOISE	BAUT PENGIKAT MOTOR LEPAS	PASANG BAUT&SETTING MOTOR	KAMAL		20
24-Sep-13	OVEN 3	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLONBELT PUTUS	ROLL MACET	GANTI TEFLON BELT, GREASE UP	AGUS		90
24-Sep-13	BREAKING	SPROKET	RUBBER 1	PUNCH GOMPAL	?	GANTI AS&SPRCKET	SUJUD,AGUS		40

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

18-Oct-13	OVEN 1	DEPOSIT	RUBBER 1	TEFLON BELT PUTUS	ROLL DEPOSIT MATERIAL RUBBER	GANTI TEFLON BELT	SUJUD		75
21-Oct-13	OVEN 3	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT PUTUS	INSERT PART NYANGKUT	GANTI TEFLON BELT	ANGGA		60
3-Nov-13	OVEN 1	TEFLON BELT	RUBBER 1	BLOWER NOISE	BEARING BLOWER PECAH	GANTI BEARING	SGH, ANGA		180
11-May-12	M/W 1	EXHAUST FAN	RUBBER 1	ALARM OVERHEAR	EXHAUST FAN OVERLOAD KARENA KOTOR	CLEANING EXHAUST		4	100
29-Apr-13	M/W 1	EXHAUST FAN	RUBBER 1	CLEANING EXHAUST FAN		CLEANING EXHAUST		1	55
14-Nov-13	M/W 1	EXHAUST FAN	RUBBER 1	ALARM OVERHEAT	EXHAUSE M/W MAMPET	BONGKAR+CLEANING EXHAUST	DJUWADI,SGH ANGA, AGUS		120
4-Dec-13	M/W 1	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT PUTUS	BELT BERGESEK DENGAN INSERT	GANTI TEFLON BELT	KAMAL		50
17-Dec-13	PULLING	GEARBOX	RUBBER 1	RANTAI PUTUS	GEAR TIDAK CENTER > GESER	CENTERING GEAR	SUJUD		30

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

3-Aug-13	EXT 90	POMPA	RUBBER 1	POMPA TIDAK DAPAT MENYALURKAN WATER HEATER		GANTI POMPA		1	30
29-Jan-14	EXT 90	SENSOR	RUBBER 1	EXT NGETRIP	KABEL SENSOR EMERGENCY PUTUS	SAMBUNG KABEL EMERGENCY	ANGGA		60
5-Feb-14	CUTTING	BEARING	RUBBER 1	SAW NOISE	BEARING SHAFT MACET, KEMASUKAN SERBUK RUBBER	GANTI BEARING	ALL		120
19-Feb-14	EXT 90	SENSOR	RUBBER 1	INVERTER TRIP	ALARM DC BUS UNDERVOLTAGE, ACTUAL 183V	CHANGE SETTING 190V TO 180V	ANGGA, DANI		230
20-Feb-14	M/W 2	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT NO.1 PUTUS	SAMBUNGAN KETARIK INSERT	GANTI TEFLON BELT	SUJUD		60
26-Feb-14	M/W 2	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT NO.2 PUTUS	SAMBUNGAN KETARIK INSERT	GANTI TEFLON BELT	SUJUD KAMAL		60

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

17-Mar-14	EXT 90	MOTOR	RUBBER 1	M/C TRIP	KIPAS BLOWER PENDINGIN SHORT	GANTI KIPAS MOTOR	SGH		30
17-Apr-14	BREAKING G	BEARING	RUBBER 1	PULLING BREAKING TERSENDAT SAAT NARIK PART	BEARING & SHAFT RUSAK	GANTI BEARING	KAMAL		270
25-Jun-14	PULLING	RANTAI	RUBBER 1	RANTAI CATERPILAR ATAS PUTUS	SETTINGAN TERLALU KENCANG	GANTI CATERPILAR SET	SGH, ANGGA		90
4-Apr-14	EXT 90	POMPA	RUBBER 1	AIR TERSUMBAT	FILTER KOTOR	GANTI POMPA		2	20
23-Sep-14	EXT 90	FEED ROLL	RUBBER 1	RANTAI FEEDER BUNYI	GEAR FEED ROLL RONTOK	GANTI GEAR SPROCKET, PENAMBAHAN ITEMCHECK RANTAI	SGH, ANGGA		310
3-Dec-14	OVEN 1	BLOWER	RUBBER 1	TEMP OVEN LOW	SIRKULASI BLOWER KURANG	CLEANING KISI2 OVEN	IYUS		50

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

19-Feb-14	M/W 1	MAGNETRON	RUBBE R 1	M/W ALARM GEN 2	MAGNETRON LEMAH	GANTI MAGNETRON	SUJUD		45
3-Dec-14	M/W 1	MAGNETRON	RUBBE R 1	GENERATOR ALARM	GEN 1 TRIP	GANTI MAGNETRON+FAN	IYUS		100
17-Dec-14	M/W 2	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT PUTUS	TEFLON BELT GREPES	GANTI TEFLON BELT	ANGGA		60
3-Feb-14	M/W 1	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT SOBEK	TEFLON TERLIPAT OLEH PART	GANTI TEFLON BELT	SGH, DJUWADI		60
12-Feb-14	OVEN 3	HEATER	RUBBE R 1	M/C TRIP	SHORT DI TOMBOL CO2, KABEL KEJEPIT	GANTI INVERTER DG KONTAKTOR, REPAIR KABEL CO2	ALL		240
13-Mar-14	CUTTING	SOLENOID VALVE	RUBBE R 1	GERGAJI TIDAK MOTONG	SOL VALVE MACET	CLEANING SOL VALVE	SUJUD		60
28-Mar-14	M/W 2	MAGNETRON	RUBBE R 1	ALARM GENERATOR	MAGNETRON TRIP	GANTI MAGNETRON	SGH, IYUS		60
29-Apr-14	M/W 1	RELAY	RUBBE R 1	MAIN BREAKER MESIN TRIP	CONTROL RELAY ELCB RUSAK	GANTI MCB	KAMAL		40
8-Jun-14	COOLING BATCH	POMPA	RUBBE R 1	WATER PUMP TIDAK BERPUTAR	BEARING MACET, MECH SEAL BOCOR	GANTI BEARING, MECH SEAL	SUJUD, AGUS		60

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

17-Mar-12	LOOPING	BEARING	RUBBER 1	BEARING RUSAK	SHAFT BEARING AUS	GANTI BEARING		1	60
4-May-12	LOOPING	SOLENOID VALVE	RUBBER 1	ROLL TIDAK BERPUTAR	SOLENOID VALVE MACET	GANTI SOLENOID			30
28-Jun-12	LOOPING	BEARING	RUBBER 1	BEARING NOISE	BEARING RUSAK	GANTI BEARING		1	30
14-Mar-13	LOOPING	SENSOR	RUBBER 1	CLAMP TIDAK MENGUNCI	KATUP ANGIN TIDAK TERBUKA	GANTI SENSOR		1	60
22-Nov-13	LOOPING	SENSOR	RUBBER 1	VALVE ANGIN TIDAK TERBUKA		GANTI SENSOR		2	30
8-Jun-14	LOOPING	ROLL	RUBBER 1	ROLL PATAH	KETARIK INSERT	REPAIR ROLL	KAMAL		120
26-Jun-14	BREAKING	SPROKET	RUBBER 1	RANTAI RS50 LEPAS	SPROCKET GEAR RUSAK	GANTI SPROCKET GEAR	SUJUD		30
2-Jul-14	BREAKING	SPROKET	RUBBER 1	RANTAI KELUAR JALUR	GEAR SPROCKET ATAS PATAH	GANTI GEAR SPROCKET	ANGGA, SGH		60
5-Aug-14	M/W 2	MAGNETRON	RUBBER 1	ALARM GENERATOR 3	-	GANTI MAGNETRON	ANGGA		120

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

14-Aug-14	BENDING	BEARING	RUBBER 1	ROLL HORIZONTAL & VERTICAL GOYANG	BRACKET ROLL LEPAS DARI, HOUSING BEARING AUS	REPAIR HOUSING BEARING	KAMAL		30
18-Sep-14	OVEN 2	TEFLON BELT	RUBBER 1	ALARM CONV	TEFLON BELT PUTUS	GANTI TEFLON BELT	SGH		60
11-Nov-14	EXT 90	NOZZLE	RUBBER 1	INSERT PUTUS DI NOZZLE	ADA MATERIAL KERAS DI NOZZLE	REPAIR NOZZLE	SUJUD		75
12-Nov-14	EXT 90	FEED ROLL	RUBBER 1	FEED ROLL MACET	BEARING KEMASUKAN KARET, ALUR FEED ROLL TERBALIK	CLAIMP FEED ROLL KE MAKER	ALL		300
2-Oct-14	BREAKING	SPROKET	RUBBER 1	PENGAIT SPRING SPROCKET PATAH	SPRING PENDEK & KERAS	GANTI SPRING	SUJUD		30
14-Feb-14	OVEN 3	BLOWER	RUBBER 1	ALARM BLOWER		MENGISOLI KABEL CO2 YANG SHORT BODY		2	150

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

10-Oct-14	OVEN 3	BLOWER	RUBBER 1	MESIN KELUAR API DI AREA TENGAH MESIN	BELT PUTUS HEATER ON, SAFETY DIAL BELUM MENCAPAI TEMP	GANTI BLOWER SHAFT LANGSUNG TANPA BELT	ALL		150
20-Jun-14	LOOPING	SENSOR	RUBBER 1	M/C TRIP	INSERT PART MENGULUR	GANTI SENSOR		1	70
13-Nov-14	LOOPING	SLING	RUBBER 1	LOOPING TIDAK BISA NARIK	SLING PUTUS	GANTI SLING DIA.6 - > 8	ANGGA		90
24-Nov-14	OVEN 2	HEATER	RUBBER 1	ALARM OVERHEAT	-	RESTART M/C	ANGGA		75
9-Dec-14	M/W 1	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT PUTUS	PUTUS SAMBUNGAN	GANTI TEFLON BELT	SUJUD		80
10-Dec-14	M/W 1	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT PUTUS	ADA KOTORAN DI ROLL CONV	GANTI TEFLON BELT	KAMAL		70
17-Dec-14	LOOPING	KATROL	RUBBER 1	KATROL NO.4 LEWAT DARI STOPER	STOPER TIDAK BALIK, MACET	BUKA STOPER, STOPER DIBERI GAP CLEARANCE	ANGGA		60

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

26-Jan-15	EXT 90	HEATER	RUBBER 1	TEMP CYL. HEAD TIDAK NAIK	HEATER PECAH	GANTI HEATER	SUJUD, ANGGA		120
2-Feb-15	EXT 90	SENSOR	RUBBER 1	M/C TRIP	INV ALARM DC BUS UNDER VOLTAGE	RESET INVERTER	SUJUD		30
9-Feb-15	EXT 70	SENSOR	RUBBER 1	M/C TRIP	PRESSURE TINGGI, KABEL SENSOR BASAH	CHECK, PRESSURE SENSOR, KERINGKAN KABEL	SUJUD		60
28-Apr-15	BENDING	MOTOR	RUBBER 1	ROLLER MOTOR BENDING LEPAS	AS MOTOR AUS	REPAIR SHAFT MOTOR	KAMAL		80
28-Apr-15	EXT 90	SENSOR	RUBBER 1	M/C EXT TRIP	KABEL SENSOR PRESSURE TERKENA AIR	TEMP KERINGKAN KABEL, PERMANEN GANTI KABEL	KAMAL		70
15-Jun-15	BENDING	WIRING CONTROL	RUBBER 1	MESIN BENDING TRIP 2X		CHECK WIRING	SUJUD		30
16-Aug-15	EXT 90	HOSE	RUBBER 1	REMBESAN AIR PADA JOINT PIPA (hot water)	PAKING & MECHANICAL SEAL NG	GANTI PAKING & MEC. SEAL	KAMAL		180

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

13-Sep-15	EXT 90	SCREW	RUBBER 1	HEAD TIDAK CENTER DG M/C EXTRUSSION	EXT 90 TIDK TERKUNCI SEHINGGA BERGESER	SETTING POSISI MESIN	SUJUD		150
19-Sep-15	EXT 90	SCREW	RUBBER 1	MESIN TRIP SAAT PROSES PRODUKSI	SCREW OVERLOAD	RESET ULANG INVERTER	KAMAL		30
12-Oct-15	EXT 90	MOTOR	RUBBER 1	NOISE PADA MOTOR	BEARING NG	OVERHAUL MOTOR & GANTI BEARING	ANGGA		205
13-Oct-15	EXT 90	MOTOR	RUBBER 1	NOISE PADA BEARING	COVER BEARING OVER BOSS/AUS	GANTI BEARING & REPAIR COVER BEARING	SUJUD		360
5-Jan-15	BENDING	V BELT	RUBBER 1	ROLL VERTICAL TIDAK NARIK	BELT SOBEK, STOPER PULLEY LEPAS	GANTI BELT, REPAIR STOPER PULLEY	SUJUD		95
14-Jan-15	M/W 1	MAGNETRON	RUBBER 1	M/W ALARM	MAGNETRON LIMIT	GANTI MAGNETRON	ANGGA		80
15-Jan-15	LOOPING	ROLL	RUBBER 1	ROLL M/C LOOPING PATAH	ADA HENTAKAN PADA MOTOR	ROLL LOOPING TIDAK MEMAKAI MOTOR	SUGIHARTO		60

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

27-Jan-15	M/W 1	TEFLON BELT	RUBBER 1	OVERHEAT ALARM	BLOWER OFF	GANTI BELT	KAMAL		95
2-Feb-15	LOOPING	BEARING	RUBBER 1	INSERT PUTUS	?	REQUEST PROD PASANG ROLL WITH MOTOR	SUJUD	1	55
9-Feb-15	ALL		RUBBER 1	LINE TRIP	?	BREAKER ON	SUGIHARTO		30
11-Feb-15	CUTTING	SENSOR	RUBBER 1	KICK OFF TIDAK KEMBALI	POSISI REED SWITCH GESER	SETTING REED SWITCH	SUGIHARTO		135
15-Dec-14	M/W 1	HEATER	RUBBER 1	OVERHEAT		PENGECEKAN HEATER, KONTRAKTOR DAN CLEANING FAN BLOWER	SGH	1	90
16-Feb-15	M/W 1	HEATER	RUBBER 1	ALARM OVER HEAT	?	PENGECEKAN HEATER & THERMOCOUPLE	KAMAL	1	90
12-Mar-15	CUTTING	SOLENOID VALVE	RUBBER 1	KICK OFF CUTTING MACET	SOLENOID TIDAK BISA RETURN	CHECK KONEKSI KABEL, RESET	SUJUD, SUGIHARTO		70

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

25-Mar-15	M/W 1	MAGNETRON	RUBBER 1	OUTPUT M/W TIDAK BISA MAX	SAAT MAX ALARM OVERHEAT	GANTI MAGNETRON M/W 1 NO.1 & M/W 2 NO.4	ANGGA		100
25-Mar-15	CUTTING	INVERTER	RUBBER 1	KICK OFF TIDAK BISA BALIK	CYL KICK OFF TIDAK IMBANG	SETTING SPEED	SUJUD		35
24-Aug-13	M/W 1	GENERATOR	RUBBER 1	ALARM GENERATOR		GANTI GENERATOR MAGNETRON	AGUS	1	45
15-Sep-15	M/W 1	GENERATOR	RUBBER 1	GENERATOR 1 TRIP	TRAFO MAGNETRON NG	GANTI UNIT MAGNETRON	SGH		63
30-Apr-15	CUTTING	SOLENOID VALVE	RUBBER 1	KICK OFF TIDAK BALIK	SENSOR REED SWITCH NG, SOL NG	GANTI REED SWITCH, SOLENOID	ALL		60
11-May-15	CUTTING	SOLENOID VALVE	RUBBER 1	KICK OFF TIDAK BALIK	-	KENCANGKAN BAUT TERMINAL	SUJUD		120
18-May-15	PULLING	INVERTER	RUBBER 1	SPEED REMOTE TIDAK SINKRON	PEMBACAAN DI PULLING (-) SELISIH 3,4	GANTI DISPLAY, SETTING PARAMETER	KAMAL		20
19-May-15	CUTTING	SOLENOID VALVE	RUBBER 1	PISAU TIDAK MAU MOTONG	SOLENOID MACET	TEMP SILENSER DILEPAS	KAMAL		65

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

9-Jun-15	OVEN 2	TEFLON BELT	RUBBER 1	CONTEFLON BELT PUTUS	-	GANTI TEFLON BELT	IYUS		80
6-Jul-15	OVEN 2	HEATER	RUBBER 1	ALARM OVERHEAT OVEN 2 & UHF 2	MASALAH PADA SIRKULASI UDARA/SSR	CHECK HEATER & PENGGANTIAN MAGNETRON	SUJUD		70
6-Jul-15	M/W 2	MAGNETRON	RUBBER 1	ALL LINE TRIP	UHF 2 ALARM , GEN 3 ALARM, ADA CAIRAN PADA GEN 3	GANTI MAGNETRON & CLEANING	SUGIHARTO		150
3-Aug-15	OVEN 1	TEFLON BELT	RUBBER 1	CONV BELT PUTUS	MATERIAL MENGGULUNG DI ROLL	GANTI KONVEYOR BELT	SUGIHARTO		75
3-Feb-13	M/W 2	HEATER	RUBBER 1	ALARM OVERHEAT		GANTI HEATER		1	60
20-Feb-15	M/W 2	HEATER	RUBBER 1	ALARM		RESET SENSOR		1	90
24-Aug-15	M/W 2	HEATER	RUBBER 1	OVERHEAT ALARM	SENSOR BERMASALAH	RESET ULANG	SUGIHARTO	1	90
1-Sep-15	CUTTING	SOLENOID VALVE	RUBBER 1	PISAU TIDAK BISA TURUN	SOLENOID NG	GANTI SOLENOID	SUJUD		27
9-Sep-15	OVEN 2	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT PUTUS	GESEKAN SAAT PROSES	PENGGANTIAN CONVEYOR	KAMALUDIN		80

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

11-Sep-15	PULLING	V BELT	RUBBER 1	BELT BAWAH PUTUS	ADA PART YANG TERSANGKUT	GANTI BELT	SUJUD		9
13-Oct-15	M/W 2	MAGNETRON	RUBBER 1	ALARM	MAGNETRON OVER HOURS	GANTI MAGNETRON & CLEANING	SUJUD		64
9-Nov-15	OVEN 1	BLOWER	RUBBER 1	NOISE PADA MOTOR	SHAFT BLOWER BERGESER	SETTING SHAFT & PENAMBAHAN PENGUNCI	SUGIHARTO		40
11-Nov-15	M/W 1	THERMOCOUPLE	RUBBER 1	ALARM OVERHEAT	KEMUNGKINAN DARI THERMOCOUPLE	PENGGANTIAN THERMOCOUPLE	SUGIHARTO		120
23-Nov-15	OVEN 3	TEFLON BELT	RUBBER 1	CONVEYOR TIDAK BERPUTAR	RANTAI ROLL LEPAS	PASANG SPI & SETTING RANTAI	KAMAL		45
22-Jan-16	M/W 1	GENERATOR	RUBBER 1	ALARM GENERATOR	FAN MAGNETRON MATI	GANTI FAN	KAMAL		60
21-Mar-16	BENDING	INVERTER	RUBBER 1	DISPLAY ERROR	INVERTER ERROR	RESET INVERTER & KENCANGKAN BAUT URETANE	SALIM	1	30
11-Jan-16	EXT 90	SENSOR	RUBBER 1	INVERTER ALARM OL1	OVERLOAD MOTOR DRIVE	RESET & SETTING ULANG	SUJUD		36

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

15-Feb-16	EXT 90	HOSE	RUBBER 1	HOSE HEAT WATER RETAK		GANTI HOSE		1	60
3-May-16	EXT 90	SENSOR	RUBBER 1	INVERTER TRIP	OVER PRESSURE	RESET INVERTER	SUGIHARTO	1	10
1-Feb-16	BREAKING	RANTAI	RUBBER 1	RANTAI LEPAS	AKIBAT HENTAKAN & GESEKAN	SAMBUNG RANTAI	KAMAL		20
27-May-16	BREAKING	RANTAI	RUBBER 1	PULLING GAK BISA NARIK	RANTAI LEPAS	SETTING RANTAI	KAMAL	1	60
28-Jun-16	OVEN 1	TEFLON BELT	RUBBER 1	KONVEYOR OVEN PUTUS	BERGESEKAN DENGAN PART	PENGGANTIAN BELT UNIT KONVEYOR	SUGIHARTO,SALIM	2	55
31-Aug-16	BREAKING	RANTAI	RUBBER 1	RANTAI PULLING BREAKING PUTUS	TERKENA HENTAKAN	SAMBUNG RANTAI	SUJUD	1	135
15-Sep-16	OVEN 3	TEFLON BELT	RUBBER 1	BELT KONVEYOR PUTUS	TERKENA GESEKAN	GANTI BELT KONVEYOR	SALIM	1	60
26-Sep-16	OVEN 3	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT PUTUS	BELT TERKENA GESEKAN	PENGGANTIAN BELT UNIT KONVEYOR	SALIM	1	60

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

14-Dec-16	EXT 70	SENSOR	RUBBER 1	MESIN TRIP SAAT AWAL PRODUKSI	PRESSURE SCREW TERLALU TINGGI	RESET KONTROL PANEL	ANGGA	1	10
15-Dec-16	EXT 70	SENSOR	RUBBER 1	MESIN TRIP SAAT PRODUKSI	ADA MATERIAL KERAS MENGGUMPAL SI SCREW	CLEANING SENSOR PRESSURE & MATERIALNYA	SUGIHARTO	1	60
18-Jan-16	BENDING	BEARING	RUBBER 1	SHAFT MESIN GOYANG	SHAFT AUS	REPAIR SHAFT	ANGGA		80
18-Jan-16	CUTTING	SOLENOID VALVE	RUBBER 1	M/C ERROR E6 & E7 CPU FAULT	TERMINAL KABEL / RELAY NG	GANTI TERMINAL RELAY	KAMAL		70
19-Jan-16	CUTTING	INVERTER	RUBBER 1	MESIN CUTTING TIDAK BISA ON	INVERTER ALARM E6 & E7	GANTI INVERTER	SUJUD		300
20-Jan-16	M/W 2	MAGNETRON	RUBBER 1	ALARM PADA M/W	MAGNETRON LIMIT	GANTI MAGNETRON	ANGGA		70
1-Feb-16	BREAKING	BEARING	RUBBER 1	NOISE SAAT RUNNING	BEARING RUSAK	PENGGANTIAN BEARING	KAMAL		35
7-Mar-16	OVEN 2	TEFLON BELT	RUBBER 1	KONVEYOR BELT PUTUS	KARENAGESEKAN	SAMBUNG KONVEYOR BELT	SUJUD		45
14-Apr-16	BENDING	INVERTER	RUBBER 1	PUTARAN ROLL VERTICAL KURANG	POTENSION ADJUSTER SPEED NG	GANTI POTENSIO	SUJUD		130

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

11-Apr-16	M/W 2	TEFLON BELT	RUBBER 1	BELT KONVEYOR PUTUS	HABIS MASA PAKAI	GANTI BELT KONVEYOR	SALIM		150
19-Apr-16	CUTTING	SLIDER	RUBBER 1	CYCLE AUTO KADANG MATI	SLIDDER KOTOR KARENA DEBU RUBBER	CLEANING SLIDDER	SUJUD		10
2-Jun-16	OVEN 1	BEARING	RUBBER 1	ALL MACHINE LINE 3 RUBBER TRIP	EXHAUST FAN OVERLOAD KARENA KOTOR	PENGGANTIAN BEARING & 4S	SALIM,SUGIH ARTO		110
13-Jun-16	OVEN 2	TEFLON BELT	RUBBER 1	BELT KONVEYOR PUTUS	BELT BERGESEKAN DENGAN PART	SAMBUNG TEFLON BELT	SALIM		30
26-Jun-16	BENDING	BEARING	RUBBER 1	PROFIL ROLL VERTICAL BERUBAH2	SHAFT ROLL GOYANG	REPAIR & WELDING SHAFT	SUJUD		75
2-Aug-16	CUTTING	SEAL	RUBBER 1	GERGAJI TIDAK BISA DOWN	SEAL SILINDER NG	GANTI SEAL SILINDER	SUJUD		120
14-Sep-16	BREAKING	BEARING	RUBBER 1	BEARING SHAFT PATAH	ADANYA BEBAN BERLEBIH	PENGGANTIAN BEARING	ANGGA		60
19-Oct-16	CUTTING	V-BELT	RUBBER 1	V-BELT PULLING ROBEK	V-BELT KELUAR JALUR	GANTI V-BELT	KAMAL		15

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

14-Dec-16	CUTTING	PISAU CUTTING	RUBBER 1	HASIL POTONGAN TIDAK TUNTAS	PISAU TUMPUL	ASAH PISAU	ANGGA		30
19-Jan-17	CUTTING	SENSOR	RUBBER 1	MESIN TIDAK BISA MOTONG	ENCODER TIDAK MEMBERI INPUT	GANTI ENCODER	KAMAL, SALIM	2	60
18-May-17	BREAKING	SPROKET	RUBBER 1	SPROCKET GEAR PULLING BREAKING PATAH	GETARAN DARI RANTAI YANG KENDOR	REPAIR SPROCKET DAN SETING RANTAI	SUJUD	1	75
1-Jun-17	M/W 1	BREAKER	RUBBER 1	ALARM OVER HEAT	BREAKER TURUN	RESET BREAKER/DI ON	ANGGA	1	15
8-Jun-17	OVEN 2	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT PUTUS	SAMBUNGAN BERGESEKAN DENGAN PART	SAMBUNG TEFLON BELT	KAMAL	1	30
18-Jul-17	M/W 1	SENSOR UV	RUBBER 1	CO2 KELUAR SAAT PROSES, TAPI TIDAK ADA INDIKASI API	MASIH ANALISA	SEMENTARA AREA SENSOR DI BERSIHKAN	ANGGA		30
7-Sep-17	OVEN 1	TEFLON BELT	RUBBER 1	TEFLON BELT PUTUS	PART MENGGULUNG PADA ROLL	GANTI KONVEYOR BELT	ANGGA	1	53

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

3-Jan-17	CUTTING	INVERTER	RUBBER 1	CONVEYOR CUTTING MATI	ALARM INVERTER E.RHR (TOR TRIP)	SETTING PARAMETER P-7	SALIM, KAMAL		45
11-Jan-17	CUTTING	INVERTER	RUBBER 1	KONVEYOR TIDAK BISA RUNNING	INVERTER ERROR	PENGGANTIAN INVERTER	SUGIHARTO		420
13-Jan-17	OVEN 3	TEFLON BELT	RUBBER 1	BELT KONVEYOR PUTUS	PART MENGGANJAL	PENGANTIAN BELT KONVEYOR	ANGGA		60
22-May-15	LOOPING	SENSOR	RUBBER 1	AUTO SENSOR NG		GANTI SENSOR		1	45
19-Sep-15	LOOPING	SOLENOID VALVE	RUBBER 1	CLAMP TIDAK MENGUNCI	SOLENOID NG	GANTI SOLENOID			25
20-Nov-15	LOOPING	SOLENOID VALVE	RUBBER 1	M/C OFF KETIKA AUTO	SOLENOID NG	GANTI SOLENOID			25
7-May-16	LOOPING	BEARING	RUBBER 1	BEARING SHAFT PATAH		GANTI BEARING			50
18-Jan-17	LOOPING	ROLL	RUBBER 1	ROLL PATAH		REPAIR ROLL	SUGIHARTO, SALIM		30

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

26-Jan-17	PULLING	SPROKET	RUBBE R 1	RANTAI PULLING TIDAK STABIL	SPROCKET BERGESER	SETTING POSISI SPROCKET	SALIM		60
7-Feb-17	M/W 2	TEFLON BELT	RUBBE R 1	BELT KONVEYOR PUTUS	GESEKAN SAAT PROSES	GANTI BELT KONVEYOR	SALIM		60
23-Feb-17	PULLING	RANTAI	RUBBE R 1	GERAKAN PULLING TIDAK STABIL	BRACKET ADJUSTER LEPAS	WELDING BRACKET	SUJUD		53
14-Mar-17	OVEN 1	BELT	RUBBE R 1	KOVEYOR BELT PUTUS	BELT BERGESEKAN DENGAN PART	GANTI BELT BARU	SUJUD, RONI		100
16-Mar-17	EXT 70	SENSOR	RUBBE R 1	MESIN TRIP SATU LINE SAAT RUNNING	KEMUNGKINAN ADA YANG SHORT	RESET ULANG BREKAER	IYUS, SALIM		20
6-Apr-17	PULLING	V BELT	RUBBE R 1	MESIN TIDAK BISA NARIK	BELT SOBEK BAGIAN BAWAH	REPAIR BELT	SUJUD	1	55
12-Apr-17	PULLING	V BELT	RUBBE R 1	MESIN TIDAK BISA NARIK	BELT SOBEK BAGIAN ATAS	PENGGANTIAN BELT DENGAN BELT SPARE	SALIM	1	65

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

16-May-17	CUTTING	GEARBOX	RUBBE R 1	MOTOR PULLING SLIP SAAT RUNNING	GEAR BOX AUS	REPAIR GEARBOX	SUJUD	1	60
23-May-17	PULLING	V BELT	RUBBE R 1	BELT UPPER AUS / NG	KARENA GESEKAN DENGAN PART	GANTI BELT KONVEYOR UPPER	ANGGA	1	30
24-May-17	PULLING	INVERTER	RUBBE R 1	LINE TRIP SAAT PROSES PRODUKSI	SHORT BODY DARI MESIN	RESET BREAKER	SUGIHARTO	1	30
25-Oct-16	EXT 90	POMPA	RUBBE R 1	POMPA TIDAK DAPAT MENGALIRKAN AIR KE SILINDER		GANTI POMPA		2	15
29-May-17	EXT 90	FEED ROLL	RUBBE R 1	ALARM FEED ROLL	MATERIAL MASUK KEDALAM ROLL DAN BEBAN MENJADI BERAT	CLEANING ROLL DAN SET ENCCODER	ALL MEMBER	6	120
5-Jun-17	EXT 90	HEATER	RUBBE R 1	ALARM FEED ROLL	ENCODER FEED ROLL ERROR	BERI TRIGER PADA ENCODER	SUJUD, HERU	2	60

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

13-Jun-17	EXT 90	FEED ROLL	RUBBER 1	ALARM FEED ROLL	ENCODER FEED ROLL MASIH ERROR	ENCODER HARUS MASIH DI TRIGER	ANGGA	1	60
16-Jun-17	EXT 90	FEED ROLL	RUBBER 1	FEEDROLL ALARM	ENCODER ERROR	BERI TRIGER PADA ENCODER	SALIM	1	40
5-Jul-17	EXT 90	FEED ROLL	RUBBER 1	PISAU FEED ROLL AUS	PISAU BERGESEKAN DENGAN ROLL & SETTINGAN POSISI PISAU TIDAK PAS	GANTI PISAU FEED ROLL	SUGIHARTO		45
31-Jul-17	OVEN 2	TEFLON BELT	RUBBER 1	KONVEYOR BELT PUTUS	PART SEALRUB HOOD 2CF NYANGKUT PADA ROLL KONVEYOR	GANTI & SAMBUNG ULANG KONVEYOR	KAMAL, SALIM		30
3-Aug-17	CUTTING		RUBBER 1	KICK OFF PATAH	SETTINGAN KICK OFF TIDAK RATA	SETTING ULANG POSISI KICK OFF & TAMBAHKAN BAUT	SUGIHARTO	1	30

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

8-Aug-17	PULLING	V BELT	RUBBER 1	BELT SOBEK	BELT BERGESEKAN DENGAN PART	GANTI BELT KONVEYOR UPPER	ANGGA	1	45
9-Aug-17	EXT 90	FEED ROLL	RUBBER 1	MATERIAL MENGGULUNG PADA FEED ROLL	PISAU & ROLL AUS	REPAIR ROLL & BLADE NYA	KAMAL, SUGIHARTO	2	150
28-Nov-17	CUTTING	SENSOR	RUBBER 1	MESIN TIDAK BISA AUTO	MESIN TIDAK BISA HOME POSITION	SETTING REED SWITCH KICK OFF	SUGIHARTO		15
6-Dec-17	EXT 90	SCREW	RUBBER 1	RECLAINING SCREW		CLEANING SCREW		2	120
19-Dec-17	EXT 90	SCREW	RUBBER 1	AIR BOCOR DARI PIPA PEARL JOINT UNTUK SCREW	PIPA COOLING PATAH, BEARING PEAL JOINT MACET	PIPA WELDING, GANTI BEARING PEAL JOINT	SUGIHARTO, KAMAL	2	286
27-Dec-17	COOLING BATCH	BLOWER	RUBBER 1	BLOWER NOISE	BEARING MACET KARENA PANAS	GANTI MOTOR BLOWER	SETIAWAN, EKA	2	60
26-Feb-18	EXT 90	MOTOR	RUBBER 1	MOTOR EXT OFF	INVERTER MOTOR PANAS	CLEANING INVERTER	KAMAL, SETIAWAN		45

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

2-Feb-12	EXT 70	HOSE	RUBBER 1	SELANG AIR BOCOR		GANTI SELANG	SGH		120
2-May-13	EXT 70	HOSE	RUBBER 1	REMBESAN AIR PADA JOINT PIPA (hot water)	PAKING & MECHANICAL SEALING	GANTI PAKING & MEC. SEAL	KAMAL		240
4-Jul-15	EXT 70	HOSE	RUBBER 1	HOSE RETAK		GANTI HOSE		1	120
6-May-16	EXT 70	HOSE	RUBBER 1	HOSE HEAT WATER RETAK		GANTI HOSE		1	120
14-Aug-17	EXT 70	HOSE	RUBBER 1	REMBESAN AIR PADA HOT WATER		GANTI HOSE		2	75
5-Oct-11	EXT 70	HEATER	RUBBER 1	HEATER CYLINDER 2 SHORT		GANTI HEATER	KAMAL, SGH		60
5-Nov-11	EXT 70	HEATER	RUBBER 1	HEATER CYLINDER 2 SHORT		GANTI HEATER		3	40
9-Nov-11	EXT 70	HEATER	RUBBER 1	TEMP CYL & SCREW ABN		GANTI HEATER SCREW	SUJUD, JWD, DANI		30
13-Apr-12	EXT 70	HEATER	RUBBER 1	TEMP SCREW ABNORMAL	HEATER PECAH	GANTI HEATER	SUJUD		240

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

8-Sep-13	EXT 70	HEATER	RUBBER 1	TEMP SCREW ABNORMAL	HEATER PUTUS	GANTI HEATER	KAMAL, IYUS		45
1-Jun-12	EXT 70	MOTOR	RUBBER 1	MOTOR TERBAKAR	BEARING OVER BOOST	GANTI MOTOR RUBBER LINE 3	ALL		270
14-May-12	EXT 70	FEED ROLL	RUBBER 1	ROLL FEEDER NOISE	AS FEEDER GOYANG	GANTI ROLL FEEDER	ALL		60
12-May-14	EXT 70	MOTOR	RUBBER 1	M/C TRIP	KIPAS BLOWER PENDINGIN SHORT	GANTI KIPAS MOTOR	SGH		30
11-Nov-13	EXT 70	FEED ROLL	RUBBER 1	RANTAI FEEDER BUNYI	GEAR FEED ROLL RONTOK	GANTI GEAR SPROCKET, PENAMBAHAN ITEM CHECK RANTAI	SGH, ANGGA		120
11-Dec-14	EXT 70	FEED ROLL	RUBBER 1	FEED ROLL MACET	BEARING KEMASUKAN KARET, ALUR FEED ROLL TERBALIK	CLAIMP FEED ROLL KE MAKER	ALL		150
9-Jun-14	EXT 70	HEATER	RUBBER 1	TEMP CYL. HEAD TIDAK NAIK	HEATER PECAH	GANTI HEATER	SUJUD, ANGGA		120

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

9-Sep-11	EXT 70	SCREW	RUBBE R 1	RECLAINING SCREW		CLEANING SCREW		2	120
15-Sep-12	EXT 70	SCREW	RUBBE R 1	HEAD TIDAK CENTER DG M/C EXTRUSSION		SETTING POSISI MESIN	SUJUD	1	150
19-Aug-16	EXT 70	SCREW	RUBBE R 1	MESIN TRIP SAAT PROSES PRODUKSI	SCREW OVERLOAD	RESET ULANG INVERTER	KAMAL	1	30
29-May-15	EXT 70	FEED ROLL	RUBBE R 1	ALARM FEED ROLL	MATERIAL MASUK KEDALAM ROLL DAN BEBAN MENJADI BERAT	CLEANING ROLL DAN SET ENCCODER	ALL MEMBER	6	120
8-Aug-17	EXT 70	HEATER	RUBBE R 1	ALARM FEED ROLL	ENCODER FEED ROLL ERROR	BERI TRIGER PADA ENCODER	SUJUD, HERU	2	60
5-Jun-16	EXT 70	FEED ROLL	RUBBE R 1	ALARM FEED ROLL	ENCODER FEED ROLL MASIH ERROR	ENCODER HARUS MASIH DI TRIGER	ANGGA	1	60
15-Jun-16	EXT 70	FEED ROLL	RUBBE R 1	FEEDROLL ALARM	ENCODER ERROR	BERI TRIGER PADA ENCODER	SALIM	1	40

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

8-Jun-17	EXT 70	FEED ROLL	RUBBER 1	PISAU FEED ROLL AUS	PISAU BERGESEKAN DENGAN ROLL & SETTINGAN POSISI PISAU TIDAK PAS	GANTI PISAU FEED ROLL	SUGIHARTO	1	45
9-Sep-17	EXT 70	FEED ROLL	RUBBER 1	ALARM FEED ROLL	ENCODER ERROR	BERI TRIGER PADA ENCODER	ALL	6	40
9-Jan-18	EXT 70	FEED ROLL	RUBBER 1	MATERIAL MENGGULUNG PADA FEED ROLL	PISAU & ROLL AUS	REPAIR ROLL & BLADE NYA	KAMAL, SUGIHARTO	2	150
11-Nov-17	EXT 70	SCREW	RUBBER 1	AIR BOCOR DARI PIPA PEARL JOINT UNTUK SCREW	PIPA COOLING PATAH, BEARING PEAL JOINT MACET	PIPA WELDING, GANTI BEARING PEAL JOINT	SUGIHARTO, KAMAL	2	286
8-Jan-18	EXT 70	HEATER	RUBBER 1	HEATER HEAD SHORT		GANTI HEATER		3	60
5-Jun-13	EXT 70	POMPA	RUBBER 1	WATER HEATER TIDAK MENYALA		SERVICE POMPA		2	20

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

25-Jan-15	EXT 70	POMPA	RUBBE R 1	POMPA SCREW BOCOR		GANTI POMPA		1	30
5-Mar-18	OVEN 1	SENSOR	RUBBE R 1	OVERHEAT	SSR KONTAK POINT LENGKET	GANTI DISPLAY &SSR	EKA	1	120
19-Jan-17	LOOPING	SENSOR	RUBBE R 1	M/C TIDAK MENARIK MATERIAL	CLAMP TIDAK MENGUNCI	GANTI SENSOR		1	50
14-Aug-15	M/W 1	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT SOBEK		SAMBUNG TEFLON BELT	SUJUD		100
13-May-16	M/W 1	TEFLON BELT	RUBBE R 1	TEFLON BELT PUTUS		SAMBUNG TEFLON BELT			110
11-Nov-15	M/W 1	HEATER	RUBBE R 1	ALARM OVERHEAT		GANTI HEATER	SGH		60
16-Nov-13	M/W 2	EXHAUST FAN	RUBBE R 1	EXHAUST FAN KOTOR		CLEANING EXHAUST	ANGGA		60
2-Dec-13	M/W 2	EXHAUST FAN	RUBBE R 1	EXHAUST FAN NOISE		GANTI SHAFT DAN BEARING	KAMAL, AGUS		90
20-Oct-11	M/W 2	GENERATOR	RUBBE R 1	GENERATOR STOP		GANTI GENERATOR MAGNETRON			60
25-Oct-12	M/W 2	GENERATOR	RUBBE R 1	ALARM GENERATOR 2		GANTI GENERATOR MAGNETRON	SGH		60

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

28-Feb-14	M/W 2	GENERATOR	RUBBE R 1	ALARM GENERATOR 1		GANTI GENERATOR MAGNETRON	SGH		60
14-Aug-15	M/W 2	EXHAUST FAN	RUBBE R 1	EXHAUST FAN TIDAK NYEDOT	V-BELT PUTUS	GANTI V-BELT			30
30-Oct-15	M/W 2	EXHAUST FAN	RUBBE R 1	EXHAUST FAN KOTOR		CLEANING EXHAUST	SUJUD, CECEP		45
22-Apr-14		HEATER	RUBBE R 1	OVERHEAT		PENGECEKAN HEATER			90
15-May-14		HEATER	RUBBE R 1	OVERHEAT	SENSOR HEATER NG	RESET SENSOR			90
12-Dec-15	OVEN 1	EXHAUST FAN	RUBBE R 1	PINDAH POWER EXHAUSTS		KONEK KE MESIN		1	30
3-Jan-16	OVEN 1	EXHAUST FAN	RUBBE R 1	MOTOR EXHAUST FAN NOISE	GANTI VAN BELT			1	65
28-Aug-12	OVEN 1	HEATER	RUBBE R 1	OVERHEAT		CEK HEATER		1	30

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

12-Feb-15	<i>OVEN 1</i>	HEATER	RUBBER 1	ALARM OVERHEAT		GANTI HEATER		1	90
9-Nov-15	<i>OVEN 1</i>	HEATER	RUBBER 1	ALARM OVERHEAT		PENGECEKAN HEATER		1	30
2-Jun-15	<i>OVEN 3</i>	EXHAUST FAN	RUBBER 1	EXHAUST FAN MATI		CEK EXHAUST FAN			60
5-Feb-14	COOLING BATCH	HOSE	RUBBER 1	HOSE BLOWER PATAH		REPAIR HOSE		1	15
13-Feb-14	COOLING BATCH	HOSE	RUBBER 1	HOSE BLOWER PATAH		REPAIR HOSE		1	60
2-May-14	COOLING BATCH	HOSE	RUBBER 1	HOSE BLOWER PATAH		REPAIR HOSE		1	30
22-Sep-12	COOLING BATCH	MOTOR	RUBBER 1	MOTOR BLOWER TERBAKAR		GANTI MOTOR		1	60
15-Sep-13	COOLING BATCH	MOTOR	RUBBER 1	MOTOR NOISE BLOWER		REPAIR BEARING		2	30
25-Sep-13	COOLING BATCH	MOTOR	RUBBER 1	MOTOR BLOWER NOISE		REPAIR BEARING MOTOR		1	50
12-May-15	COOLING BATCH	MOTOR	RUBBER 1	BLOWER MOTOR NOISE		GANTI MOTOR		2	20

Tabel Data Kerusakan Mesin (lanjutan)

29-Aug-15	COOLING BATCH	POMPA	RUBBER 1	MOTOR PUMP SHORT		GANTI MOTOR		1	120
10-Apr-18	BENDING	MOTOR	RUBBER 1	MOTOR NOISE		SPI NYA DIGANTI			70
11-May-14	M/W 1	EXHAUST FAN	RUBBER 1	CLEANING EXHAUST FAN		CLEANING EXHAUST			55
20-Dec-15	M/W 1	EXHAUST FAN	RUBBER 1	ALARM OVERHEAT		CLEANING EXHAUST			60
30-Dec-17	M/W 2	GENERATOR	RUBBER 1	ALARM GENERATOR 3	LIFE TIME GENERATOR 3000-800 H, AKTUAL SUDAH 4246	GANTI GENERATOR MAGNETRON	SUGIHARTO	1	60
15-Apr-13	BREAKING	V-BELT	RUBBER 1	V-BELT SOBEK		GANTI V-BELT	IYUS	1	10
5-Nov-16	M/W 1	GENERATOR	RUBBER 1	ALARM GENERATOR	GENERATOR MAGNETRON NG	GANTI GENERATOR	SUJUD		60

LAMPIRAN 2 PREVENTIVE MAINTENANCETabel *Preventive Maintenance* Mesin thn 2006-2017

TAHUN	MESIN	WAKTU STANDARD (MENIT)	BULAN											
			APR	MEI	JUNI	JULI	AGT	SEPT	OKT	NOV	DES	JAN	FEB	MAR
2006	LOOPING	18	20	18	18	23	23	21	20	20	20	21	20	23
	EXT 90	36	34	31	32	31	33	36	33	33	38	37	35	33
	EXT 70	36	36	34	33	35	33	36	32	29	34	35	32	31
	M/W 1	30	32	33	36	30	34	33	37	33	31	30	33	31
	M/W 2	28	37	37	26	27	36	31	33	33	27	29	29	27
	OVEN 1	35	35	32	39	40	34	34	38	31	36	35	33	35
	OVEN 2	23	23	25	23	27	22	24	25	24	26	21	25	20
	OVEN 3	23	20	25	24	27	24	25	23	25	23	20	26	21
	COOLING BATCH	22	24	26	22	26	24	25	23	27	27	26	25	21
	PULLING	22	23	20	26	24	25	22	21	23	25	24	26	21
	BREAKING	28	32	26	32	26	26	32	25	32	31	28	26	29
	BENDING	29	25	26	28	29	32	31	31	27	29	31	31	29
	CUTTING	33	32	28	34	31	33	31	31	33	28	31	28	31
2007	LOOPING	18	24	15	25	16	16	15	20	16	18	24	22	24
	EXT 90	36	30	38	40	35	36	30	32	33	37	37	29	32

Tabel *Preventive Maintenance* Mesin thn 2006-2017 (lanjutan)

	EXT 70	36	40	33	40	29	36	39	40	36	39	36	31	38
	M/W 1	30	35	29	36	36	36	34	30	30	38	29	31	32
	M/W 2	28	30	29	36	34	31	33	34	25	33	27	32	31
	OVEN 1	35	40	39	34	34	33	39	33	38	40	32	39	32
	OVEN 2	23	25	25	25	22	24	26	20	20	24	23	27	25
	OVEN 3	23	26	26	27	27	24	25	26	25	27	24	27	25
	COOLING BATCH	22	20	23	22	23	23	23	24	20	21	25	24	25
	PULLING	22	24	21	24	27	25	23	23	24	20	25	27	27
	BREAKING	28	28	25	32	31	27	30	32	27	25	25	30	25
	BENDING	29	29	32	31	31	28	26	28	30	28	25	30	25
	CUTTING	33	35	33	32	28	28	29	34	30	31	32	28	29
2008	LOOPING	18	21	16	24	25	19	20	16	18	20	19	22	16
	EXT 90	36	40	31	35	40	35	37	34	29	34	32	35	39
	EXT 70	36	39	29	29	31	38	30	37	30	35	38	37	29
	M/W 1	30	32	35	33	37	33	31	32	31	30	37	28	36
	M/W 2	28	25	33	34	29	27	34	26	34	32	36	34	32
	OVEN 1	35	34	37	40	31	31	30	38	35	35	30	37	32
	OVEN 2	23	27	25	23	22	27	24	21	23	24	26	20	21
	OVEN 3	23	27	24	26	26	20	23	27	22	27	22	22	20

Tabel *Preventive Maintenance* Mesin thn 2006-2017 (lanjutan)

	COOLING BATCH	22	21	23	25	24	23	23	27	27	22	21	21	24
	PULLING	22	25	26	23	26	24	23	21	20	25	24	24	22
	BREAKING	28	27	30	31	25	28	31	31	28	31	25	31	25
	BENDING	29	28	26	25	27	27	27	31	28	29	31	29	27
	CUTTING	33	33	34	35	31	33	29	31	29	32	35	34	34
2009	LOOPING	18	23	25	20	15	22	16	16	21	16	25	23	17
	EXT 90	36	36	32	31	34	36	32	38	35	32	30	29	31
	EXT 70	36	31	33	33	29	33	38	29	31	34	34	40	37
	M/W 1	30	29	36	29	28	33	35	30	30	34	33	35	33
	M/W 2	28	30	35	36	30	36	33	31	31	27	35	27	30
	OVEN 1	35	40	35	35	32	30	40	40	39	31	34	39	32
	OVEN 2	23	25	25	20	20	27	21	26	27	22	24	24	21
	OVEN 3	23	21	24	26	25	26	25	23	25	27	23	25	21
	COOLING BATCH	22	20	23	23	27	21	21	21	20	23	25	27	20
	PULLING	22	25	26	24	23	27	23	25	26	26	23	26	25
	BREAKING	28	32	31	29	30	30	31	29	26	25	25	28	25
	BENDING	29	29	32	26	31	29	27	27	25	30	28	25	25
	CUTTING	33	31	31	28	32	34	35	30	34	30	32	31	34
2010	LOOPING	18	16	24	16	21	25	17	15	22	15	21	16	17

Tabel *Preventive Maintenance* Mesin thn 2006-2017 (lanjutan)

	EXT 90	36	35	29	39	32	31	34	38	38	33	34	33	40
	EXT 70	36	33	40	37	30	29	32	29	37	37	37	31	32
	M/W 1	30	38	28	30	31	33	30	28	33	33	29	38	29
	M/W 2	28	33	31	32	36	35	35	36	25	36	34	33	37
	OVEN 1	35	30	40	38	31	38	31	30	30	35	33	34	30
	OVEN 2	23	27	24	25	24	20	23	26	20	24	22	21	24
	OVEN 3	23	27	26	21	24	26	25	25	21	24	23	23	25
	COOLING BATCH	22	25	27	20	24	20	22	22	26	22	24	24	20
	PULLING	22	27	20	26	21	23	20	26	26	24	27	24	23
	BREAKING	28	31	27	31	31	32	29	29	27	29	25	29	31
	BENDING	29	29	28	31	29	32	32	30	32	27	26	30	31
	CUTTING	33	28	31	32	35	30	28	30	34	32	29	35	29
2011	LOOPING	18	21	18	17	16	22	24	23	17	23	16	23	16
	EXT 90	36	38	40	36	32	37	34	37	37	33	36	39	39

Tabel *Preventive Maintenance* Mesin thn 2006-2017 (lanjutan)

	EXT 70	36	38	36	38	40	32	40	40	36	38	34	32	40
	M/W 1	30	24	30	28	29	27	27	24	34	27	27	29	31
	M/W 2	28	26	22	29	20	21	23	23	30	20	28	23	26
	OVEN 1	35	32	36	33	33	31	31	33	31	32	36	37	35
	OVEN 2	23	28	26	21	22	19	19	25	27	22	24	20	25
	OVEN 3	23	24	24	25	20	28	22	23	28	22	25	19	26
	COOLING BATCH	22	24	28	26	26	28	21	24	27	20	20	23	26
	PULLING	22	20	26	24	25	22	22	21	28	27	25	28	24
	BREAKING	28	31	25	29	23	31	31	23	28	26	25	24	32
	BENDING	29	32	23	30	32	29	27	23	31	32	26	30	32
	CUTTING	33	35	35	31	36	36	37	33	30	28	32	30	34
2012	LOOPING	18	19	19	20	22	24	17	23	16	23	17	23	23
	EXT 90	36	33	31	34	32	37	34	40	40	37	36	35	37
	EXT 70	36	39	36	40	35	31	35	34	35	40	34	32	38
	M/W 1	30	26	30	27	28	25	26	29	31	33	30	28	27
	M/W 2	28	31	20	26	24	29	24	23	32	25	26	26	25
	OVEN 1	35	36	37	36	31	37	37	31	37	32	31	35	37
	OVEN 2	23	20	26	26	23	19	20	24	25	21	23	28	25
	OVEN 3	23	19	27	27	28	27	28	25	20	19	23	20	19

Tabel *Preventive Maintenance* Mesin thn 2006-2017 (lanjutan)

	COOLING BATCH	22	24	24	19	27	27	22	27	22	21	22	22	20
	PULLING	22	22	24	21	26	28	19	22	24	23	27	24	19
	BREAKING	28	29	25	30	31	24	32	31	30	23	27	27	32
	BENDING	29	23	31	28	32	28	23	31	31	27	32	25	23
	CUTTING	33	33	35	30	34	35	33	29	35	28	31	36	37
2013	LOOPING	18	20	21	20	24	18	16	22	19	17	24	23	24
	EXT 90	36	35	33	34	35	39	36	31	40	37	37	34	35
	EXT 70	36	39	32	34	36	33	33	40	33	32	36	31	35
	M/W 1	30	26	34	33	30	30	35	34	25	23	23	35	30
	M/W 2	28	28	30	20	27	29	23	20	22	23	28	21	27
	OVEN 1	35	32	32	31	31	37	35	32	32	36	32	37	36
	OVEN 2	23	22	25	21	27	28	27	20	22	21	26	20	26
	OVEN 3	23	19	24	20	20	26	25	23	19	19	20	22	25
	COOLING BATCH	22	27	21	24	20	19	23	21	20	24	19	26	28
	PULLING	22	27	23	19	26	22	27	27	27	27	27	23	20
	BREAKING	28	30	25	26	28	29	28	29	24	28	24	27	29
	BENDING	29	28	27	32	31	24	25	30	26	29	23	29	25
	CUTTING	33	31	35	31	35	37	30	31	28	34	32	28	29

Tabel *Preventive Maintenance* Mesin thn 2006-2017 (lanjutan)

2014	LOOPING	18	23	23	20	17	21	16	22	23	24	24	20	19
	EXT 90	36	33	31	37	32	34	34	40	31	34	31	32	39
	EXT 70	36	38	35	38	40	36	32	40	40	32	37	34	33
	M/W 1	30	28	32	28	31	28	24	26	34	24	24	23	24
	M/W 2	28	22	30	31	23	25	25	26	21	26	27	23	23
	OVEN 1	35	35	32	34	37	37	32	37	32	36	35	32	36
	OVEN 2	23	21	21	27	24	20	27	28	19	24	26	27	23
	OVEN 3	23	27	24	28	26	22	24	21	25	19	19	23	27
	COOLING BATCH	22	27	28	28	24	23	23	22	21	24	26	27	28
	PULLING	22	19	19	23	25	26	24	23	26	22	20	22	28
	BREAKING	28	23	23	31	30	28	24	25	30	31	30	27	32
	BENDING	29	28	27	23	25	31	25	23	28	28	32	24	26
	CUTTING	33	34	28	30	31	35	37	28	31	30	34	31	34
2015	LOOPING	18	19	23	22	17	21	18	24	19	23	19	23	22
	EXT 90	36	31	38	36	39	36	39	36	40	38	40	37	32
	EXT 70	36	35	35	35	39	33	32	38	36	35	32	33	38
	M/W 1	30	32	23	24	29	28	24	33	34	33	29	26	25
	M/W 2	28	27	23	30	22	25	32	32	29	26	25	25	20
	OVEN 1	35	33	31	33	35	33	33	37	36	37	31	31	32

Tabel Preventive Maintenance Mesin thn 2006-2017 (lanjutan)

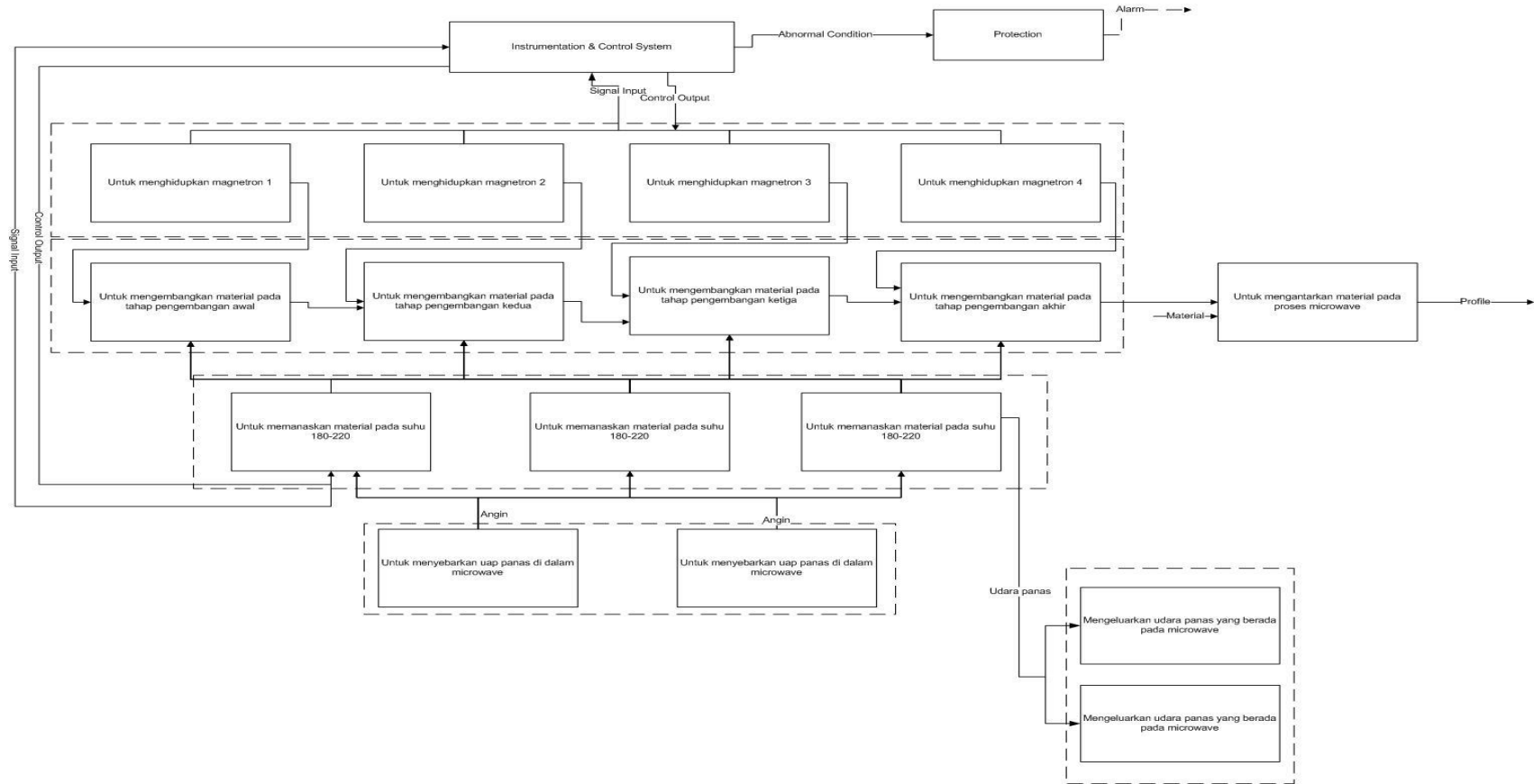
	OVEN 2	23	26	21	27	24	28	23	27	21	26	23	22	22
	OVEN 3	23	26	22	28	21	19	24	20	20	26	20	21	26
	COOLING BATCH	22	28	25	20	26	21	24	27	22	28	19	25	21
	PULLING	22	23	27	19	22	28	21	27	25	23	21	19	23
	BREAKING	28	27	25	25	29	27	26	28	28	24	26	29	28
	BENDING	29	24	26	23	29	28	32	29	31	26	24	23	31
	CUTTING	33	31	34	37	32	33	35	35	30	30	35	36	35
2016	LOOPING	18	22	19	17	19	18	20	24	18	22	20	22	16
	EXT 90	36	39	32	33	36	39	38	34	32	38	37	34	34
	EXT 70	36	40	38	32	32	32	34	31	35	32	39	34	35
	M/W 1	30	32	25	34	33	30	26	24	35	35	34	34	27
	M/W 2	28	25	27	25	26	29	31	25	22	27	25	31	27
	OVEN 1	35	34	34	37	31	33	37	31	33	34	32	37	34
	OVEN 2	23	21	26	23	25	20	20	24	25	27	26	28	20
	OVEN 3	23	22	25	23	27	19	25	24	23	28	20	26	22
	COOLING BATCH	22	21	27	24	24	25	19	27	26	25	23	24	26
	PULLING	22	19	24	21	26	25	24	25	19	21	28	23	25
	BREAKING	28	26	27	28	23	25	27	29	30	28	32	31	27
	BENDING	29	32	23	25	32	29	32	25	31	24	29	24	30
	CUTTING	33	35	28	32	36	28	30	33	31	35	33	36	36

Tabel *Preventive Maintenance* Mesin thn 2006-2017 (lanjutan)

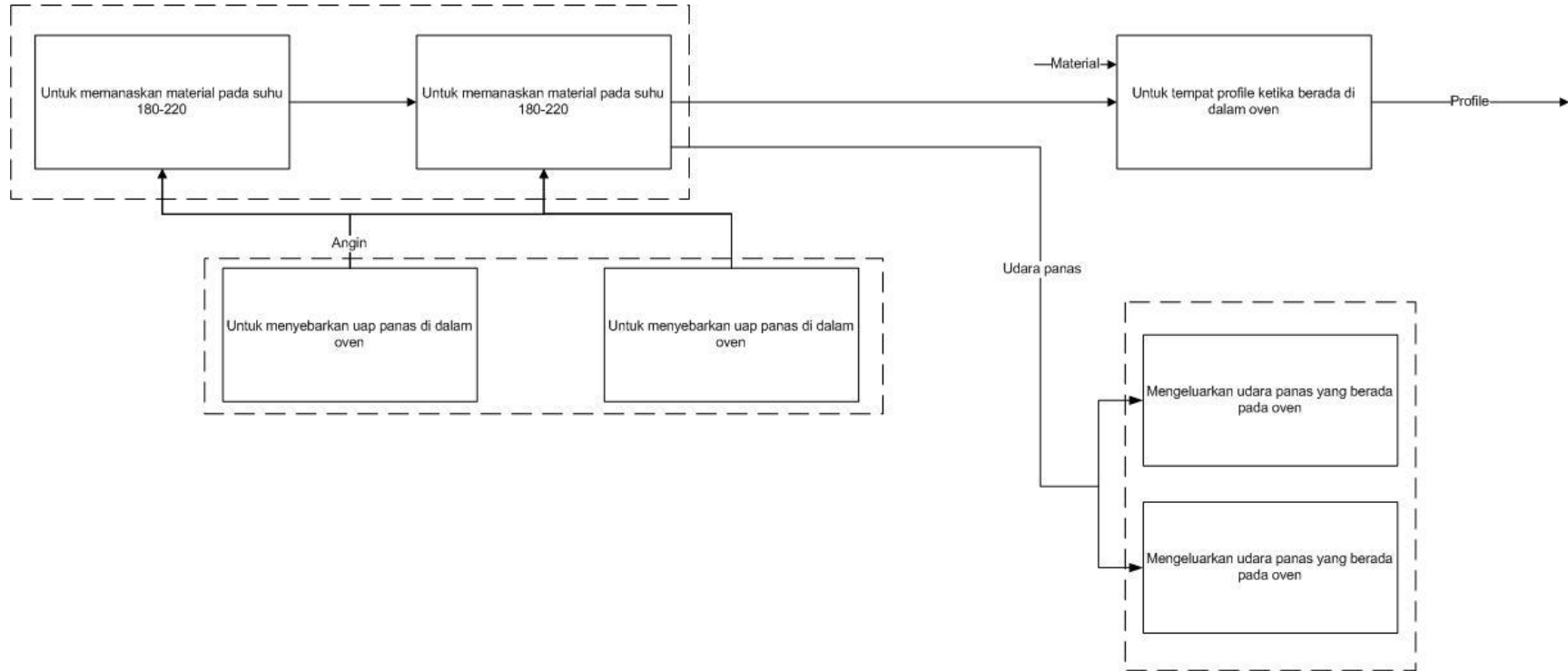
2017	LOOPING	18	21	19	17	22	21	18	19	18	16	18	19	18
	EXT 90	36	39	39	35	35	35	39	36	40	38	40	36	34
	EXT 70	36	33	38	31	33	32	33	37	35	35	38	36	35
	M/W 1	30	25	33	34	32	25	27	25	28	29	31	33	27
	M/W 2	28	29	27	26	24	27	23	22	24	28	22	22	27
	OVEN 1	35	33	31	33	34	36	33	37	34	35	36	35	34
	OVEN 2	23	26	24	25	23	20	21	25	28	27	28	26	27
	OVEN 3	23	25	21	28	24	23	26	20	23	20	23	27	25
	COOLING BATCH	22	28	25	24	22	27	24	23	26	25	21	26	21
	PULLING	22	23	23	28	25	24	24	27	28	19	28	20	25
	BREAKING	28	29	25	26	27	29	30	29	24	26	31	26	28
	BENDING	29	23	29	31	28	29	27	27	32	26	32	32	28
	CUTTING	33	32	29	36	29	36	32	31	29	29	29	29	36

LAMPIRAN 3 FUNTIONAL BLOCK DIAGRAM

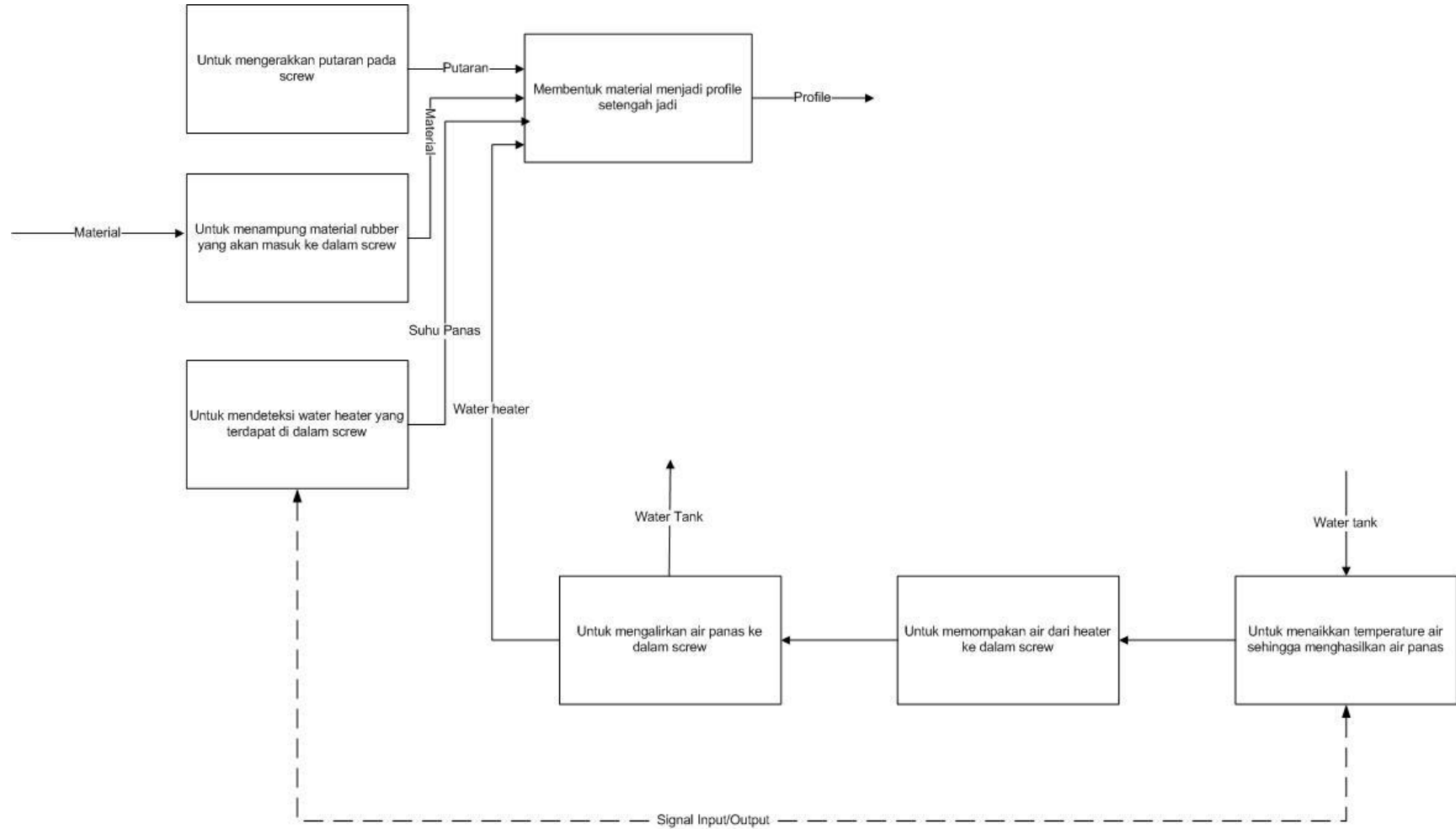
Microwave 1 dan Microwave 2

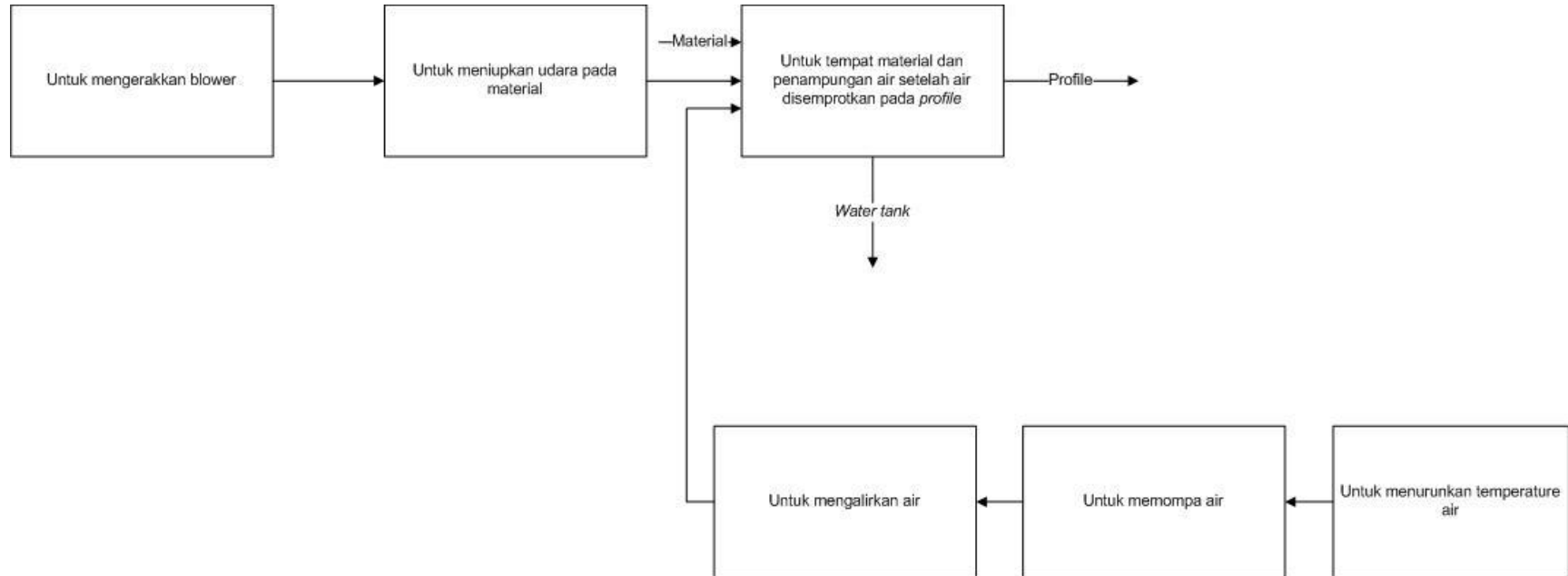


OVEN 1, 2, dan OVEN 3

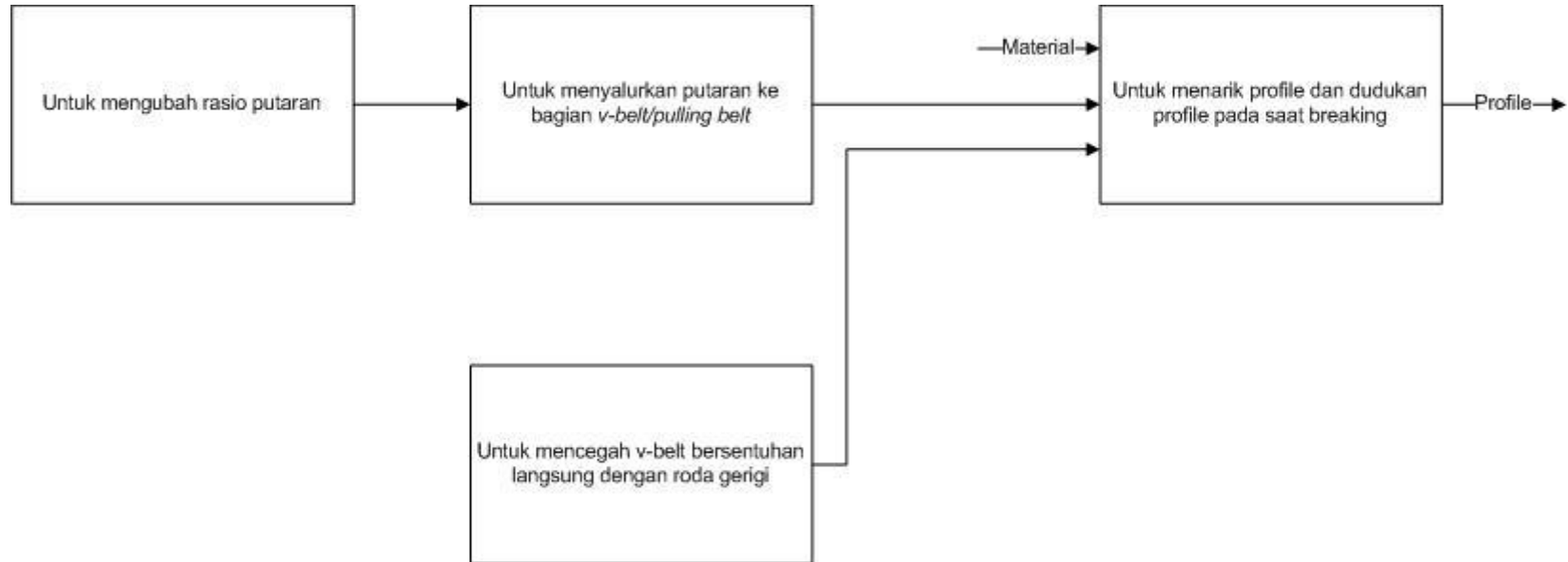


Extruder 70 dan Extruder 90

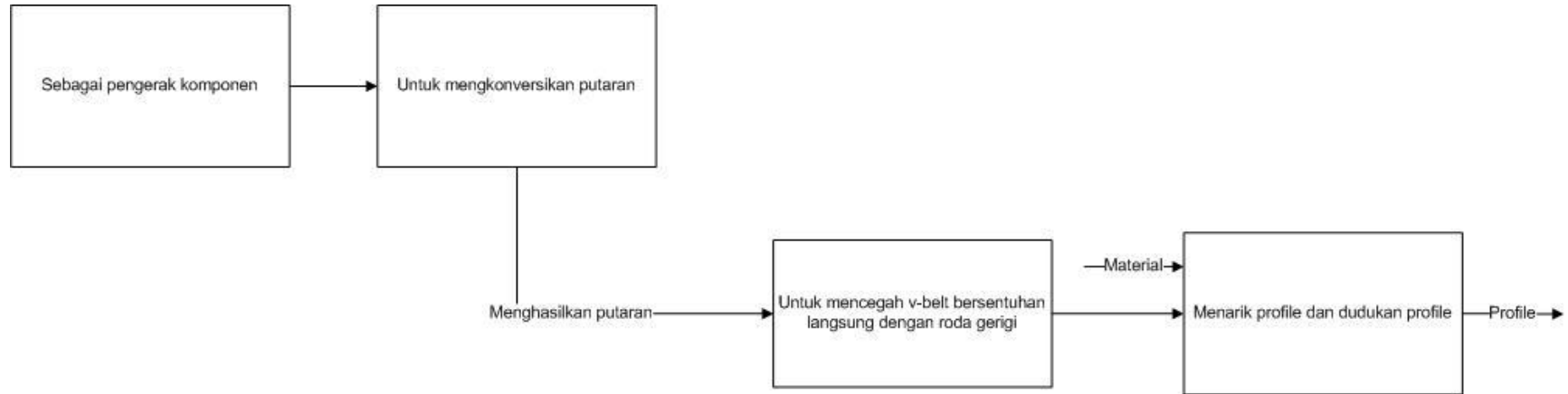


Cooling Batch

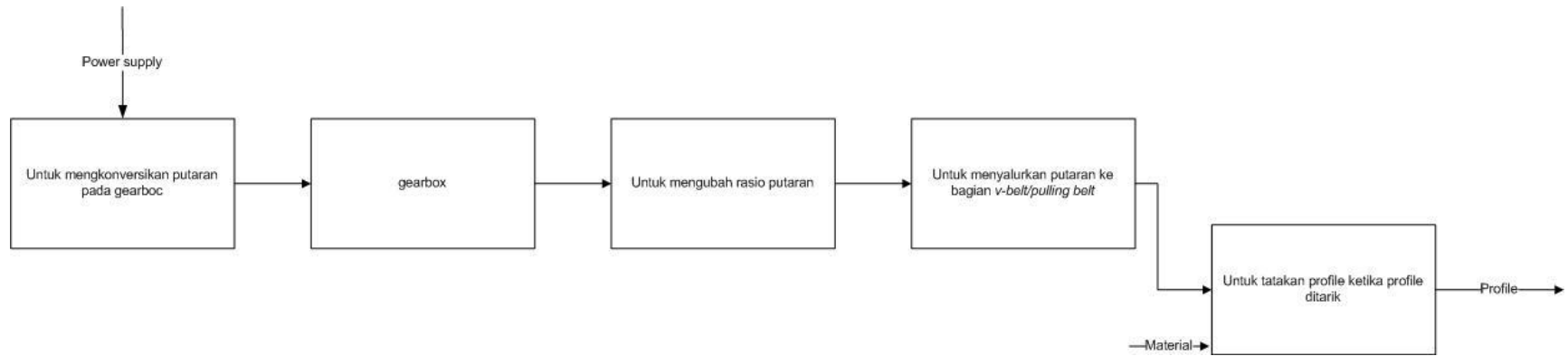
Breaking



Bending



Pulling



Cutting

