

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL DEPAN	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN SAMPUL DEPAN ENGLISH	iii
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	iii
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	v
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN JUDUL TUGAS AKHIR	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
HALAMAN MOTTO	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xx
ABSTRAK	xxii
ABSTRACT	xxii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Batasan Masalah	7
1.4 Tujuan Penelitian	7
1.5 Manfaat Penelitian	7
1.6 Sistematika Penulisan	7
BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Landasan Teori	9
2.1.1 Definisi Perawatan.....	9
A. Tujuan Perawatan	9
B. Bentuk – Bentuk Perawatan	10
2.1.2 <i>Overall Equipment Effectiveness</i>	12
2.1.3 <i>Reliability, Availability dan Maintainability (RAM)</i>	15
A. Konsep Keandalan (<i>Reliability</i>).....	16

A.1 Distribusi Normal	17
A.2 Distribusi Lognormal.....	20
A.3 Distribusi Eksponensial	22
A.4 Distribusi <i>Weibull</i>	24
A.5 Identifikasi Dan Parameter Distribusi	26
A.5.1 Identifikasi Distribusi Awal	26
A.5.2 Estimasi Parameter	27
A.6 Pengujian Identik.....	28
A.6.1 Pengujian Distribusi Normal dan Lognormal	28
A.6.2 Pengujian Distribusi Eksponensial.....	29
A.6.3 Pengujian Distribusi <i>Weibull</i>	30
A.7 <i>Mean Time Between Failure</i> (MTBF)	30
B. Kemampuan Perawatan (<i>Maintainability</i>)	31
B.1 Dasar-dasar <i>Maintainability</i>	31
B.2 <i>Downtime Analysis</i>	33
C. <i>Availability Analysis</i>	36
C.1 Dasar-dasar <i>Availability</i>	37
C.2 <i>Inherent Availability</i> (A_i)	37
C.3 <i>Achieved Availability</i> (A_a)	37
C.4 <i>Operational Availability</i> (A_o).....	38
2.1.4 <i>Cost of Unreliability</i> (COUR)	40
A. <i>Failure Rate</i> (FR)	41
B. <i>Time Lost</i> (TL).....	41
C. <i>Money Lost</i> (ML).....	41
2.1.5 <i>Maintenance Value Stream Mapping</i> (MVSM)	42
A. Variabel yang Digunakan dalam MVSM	43
B. <i>Framework</i> yang Digunakan dalam MVSM	44
C. Proses Pemetaan dengan MVSM	49
D. <i>Why Why Analysis</i>	50
E. <i>Future State Map</i>	51
2.1.6 <i>Buffer Conveyor</i>	51

2.2 Tinjauan Pustaka.....	52
2.3 Hipotesis dan Kerangka Teoritis	62
2.3.1 Hipotesis	62
2.3.2 Kerangka Berpikir	63
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	72
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	72
3.2 Jenis Penelitian	72
3.3 Teknik Pengambilan Data.....	72
3.4 Teknik Analisa Data	73
3.5 Pembuktian Hipotesis	73
3.6 <i>Flowchart</i> Penelitian.....	74
3.7 Prosedur Penelitian	77
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	86
4.1 Pengumpulan Data.....	86
4.1.1 <i>Machining</i> NR	86
4.1.2 Data Produksi Area <i>Machining Crankshaft</i> NR.....	87
4.1.3 <i>Cutting Tool</i>	88
4.1.4 <i>Cutting Tool Change</i>	90
4.1.5 Data <i>Breakdown Cutting Tool</i> Pada Area <i>Machining</i> NR <i>Crankshaft</i> ..	94
4.1.6 Penentuan <i>Cutting Tool</i> Kritis	98
4.2 Pengolahan Data	102
4.2.1 Perhitungan <i>Overall Equipment Effectiveness</i> Lini <i>Crankshaft</i> <i>Machining</i> NR	102
4.2.2 Identifikasi Distribusi, Pengujian Hipotesa, Penentuan Parameter, dan Perhitungan <i>Mean Time Between Failure</i>	108
A. Identifikasi Distribusi	108
A.1 Perhitungan <i>Index of Fit</i> Distribusi Normal	108
A.2 Perhitungan <i>Index of Fit</i> Distribusi Lognormal.....	110
A.3 Perhitungan <i>Index of Fit</i> Distribusi Eksponensial	112
A.4 Perhitungan <i>Index of Fit</i> Distribusi <i>Weibull</i>	114
B. Pengujian <i>Goodness of Fit</i> Distribusi Terpilih.....	116

B.1	Pengujian <i>Goodness of Fit</i> Manual Distribusi Normal	117
B.2	Pengujian <i>Goodness of Fit</i> Manual Distribusi Lognormal.....	119
B.3	Pengujian <i>Goodness of Fit</i> Distribusi Eksponensial	121
B.4	Pengujian <i>Goodness of Fit</i> Manual Distribusi <i>Weibull</i>	123
C.	Penentuan Estimasi Parameter Distribusi Terpilih.....	129
C.1	Estimasi Parameter Distribusi Normal	129
C.2	Estimasi Parameter Distribusi Lognormal.....	129
C.3	Estimasi Parameter Distribusi Eksponensial	130
C.4	Estimasi Parameter Distribusi <i>Weibull</i>	130
D.	Perhitungan <i>Mean Time Between Failure Cutting Tool</i>	131
D.1	<i>Mean Time Between Failure</i> Distribusi Normal	132
D.2	<i>Mean Time Between Failure</i> Distribusi Lognormal.....	132
D.3	<i>Mean Time Between Failure</i> Distribusi Eksponensial	132
D.4	<i>Mean Time Between Failure</i> Distribusi <i>Weibull</i>	132
E.	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Parameter dan <i>Mean Time Between Failure</i>	133
4.2.2	Perhitungan <i>Reliability</i> Pada Nilai <i>Mean Time Between Failure</i>	138
A.	Perhitungan $R_{(t)}$ dan $t_{(R)}$ Pada Distribusi Normal	138
B.	Perhitungan $R_{(t)}$ dan $t_{(R)}$ Pada Distribusi Lognormal.....	139
C.	Perhitungan $R_{(t)}$ dan $t_{(R)}$ Pada Distribusi Eksponensial	140
D.	Perhitungan $R_{(t)}$ dan $t_{(R)}$ Pada Distribusi <i>Weibull</i>	141
E.	Rekapitulasi Perhitungan $R_{(t)}$ dan $t_{(R)}$	141
4.2.3	Perhitungan <i>Maintainability</i>	145
4.2.4	Perhitungan <i>Availability</i>	153
4.2.5	Perhitungan <i>Cost of Unreliability</i>	159
4.2.6	<i>Maintenance Value Stream Mapping Cutting Tool Change</i>	171
A.	Penentuan <i>Framework</i>	171
B.	Pembuatan <i>Current State Mapping</i>	172
C.	Pembuatan <i>Why Why Analysis</i>	174
D.	Usulan Perbaikan.....	174
E.	Pembuatan <i>Future State Mapping</i>	184

4.3 Analisa	186
4.3.1 <i>Overall Equipment Effectiveness</i>	186
4.3.2 Interval Waktu Antar Kerusakan (MTBF)	187
4.3.3 Identifikasi Distribusi	188
4.3.4 Interval Waktu Pemeliharaan	190
4.3.5 <i>Maintainability</i>	190
4.3.6 <i>Availability</i>	192
4.3.7 Biaya Ketidakhandalan.....	193
4.3.8 <i>Maintenance Value Stream Mapping</i>	194
4.3.9 Perbandingan <i>Downtime</i> Sebelum dan Sesudah Perbaikan.....	198
4.4 Interpretasi	198
4.5 Pembuktian Hipotesis	200
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	202
5.1 Kesimpulan	202
5.2 Saran	203
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Efisiensi Lini Machining NR	2
Tabel 1.2	Total Proses Lini Machining NR	3
Tabel 2.1	Hubungan Antara Reliability, Maintainability dan Availability	16
Tabel 2.2	Pengukuran Kuantitatif Maitainability	36
Tabel 2.3	Perbandingan <i>Inherent Availability</i> (A_i) dan <i>Operasional Availability</i> (A_o)	39
Tabel 2.4	Dampak R&M pada <i>Operasional Availability</i>	40
Tabel 2.5	Kategori <i>Framework</i> dalam MVSM	46
Tabel 2.5	Kategori <i>Framework</i> dalam MVSM (Lanjutan)	47
Tabel 2.5	Kategori <i>Framework</i> dalam MVSM (Lanjutan)	48
Tabel 2.5	Kategori <i>Framework</i> dalam MVSM (Lanjutan)	49
Tabel 2.6	Posisi Penelitian	59
Tabel 2.6	Posisi Penelitian (Lanjutan)	60
Tabel 2.6	Posisi Penelitian (Lanjutan)	61
Tabel 4.1	Jumlah Mesin Lini <i>Crankshaft Machining</i> NR	86
Tabel 4.1	Jumlah Mesin Lini <i>Crankshaft Machining</i> NR (Lanjutan)	88
Tabel 4.2	Data Produksi Crankshaft M.NR Bulan Mei - Agustus 2017	87
Tabel 4.2	Data Produksi Crankshaft M.NR Bulan Mei - Agustus 2017 (lanjutan)	89
Tabel 4.3	Data <i>Cutting Tool</i> Pada Lini <i>Crankshaft Machining</i> NR	88
Tabel 4.3	Data <i>Cutting Tool</i> Pada Lini <i>Crankshaft Machining</i> NR (Lanjutan) ..	90
Tabel 4.4	<i>Capacity Buffer Conveyor</i>	89
Tabel 4.5	Data <i>Cutting Tool Change Area</i> M.NR <i>Crankshaft</i> Bulan Mei – Agustus 2017	94
Tabel 4.5	Data <i>Cutting Tool Change Area</i> M.NR <i>Crankshaft</i> Bulan Mei – Agustus 2017 (lanjutan)	96
Tabel 4.5	Data <i>Cutting Tool Change Area</i> M.NR <i>Crankshaft</i> Bulan Mei – Agustus 2017 (lanjutan)	97

Tabel 4.5	Data <i>Cutting Tool Change Area M.NR Crankshaft</i> Bulan Mei – Agustus 2017 (lanjutan)	98
Tabel 4.5	Data <i>Cutting Tool Change Area M.NR Crankshaft</i> Bulan Mei – Agustus 2017 (lanjutan)	99
Tabel 4.6	Data Frekuensi Kerusakan <i>Cutting Tool</i> bulan Mei – Agustus 2017 ..	99
Tabel 4.6	Data Frekuensi Kerusakan <i>Cutting Tool</i> bulan Mei – Agustus 2017 (Lanjutan)	101
Tabel 4.6	Data Frekuensi Kerusakan <i>Cutting Tool</i> bulan Mei – Agustus 2017 (Lanjutan)	102
Tabel 4.6	Data Frekuensi Kerusakan <i>Cutting Tool</i> bulan Mei – Agustus 2017 (Lanjutan)	103
Tabel 4.7	Perhitungan OEE <i>Crankshaft M.NR</i> Bulan Mei - Agustus 2017	104
Tabel 4.8	<i>Average Losses OEE in Crankshaft</i>	106
Tabel 4.9	<i>Average Losses Problem Crankshaft</i>	107
Tabel 4.10	Perhitungan <i>Reliability</i> Dengan Distribusi Normal.....	109
Tabel 4.11	Perhitungan <i>Reliability</i> Dengan Distribusi Lognormal	111
Tabel 4.12	Perhitungan <i>Reliability</i> Dengan Distribusi Eksponensial	113
Tabel 4.13	Perhitungan <i>Reliability</i> Dengan Distribusi <i>Weibull</i>	115
Tabel 4.14	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Manual	116
Tabel 4.15	Perhitungan <i>Kolmogorov-Smirnov Test Cutting Tool</i> OP180 T1	119
Tabel 4.16	Perhitungan <i>Kolmogorov-Smirnov Test Cutting Tool</i> OP180 T4	121
Tabel 4.17	Perhitungan <i>Mann's Test Cutting Tool</i> OP010 T1	125
Tabel 4.18	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Parameter dan MTBF	133
Tabel 4.18	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Parameter dan MTBF (Lanjutan) ...	135
Tabel 4.18	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Parameter dan MTBF (Lanjutan) ...	136
Tabel 4.18	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Parameter dan MTBF (Lanjutan) ...	137
Tabel 4.18	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Parameter dan MTBF (Lanjutan) ...	138
Tabel 4.18	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Parameter dan MTBF (Lanjutan) ...	139
Tabel 4.19	Rekapitulasi Perhitungan $R_{(t)}$ dan $t_{(R)}$	142
Tabel 4.19	Rekapitulasi Perhitungan $R_{(t)}$ dan $t_{(R)}$ (Lanjutan)	144
Tabel 4.19	Rekapitulasi Perhitungan $R_{(t)}$ dan $t_{(R)}$ (Lanjutan)	145

Tabel 4.20 Perhitungan <i>Maintainability</i>	147
Tabel 4.20 Perhitungan <i>Maintainability</i> (Lanjutan).....	149
Tabel 4.20 Perhitungan <i>Maintainability</i> (Lanjutan).....	150
Tabel 4.20 Perhitungan <i>Maintainability</i> (Lanjutan).....	151
Tabel 4.20 Perhitungan <i>Maintainability</i> (Lanjutan).....	152
Tabel 4.20 Perhitungan <i>Maintainability</i> (Lanjutan).....	153
Tabel 4.21 Perhitungan <i>Availability</i>	154
Tabel 4.21 Perhitungan <i>Availability</i> (Lanjutan).....	156
Tabel 4.21 Perhitungan <i>Availability</i> (Lanjutan).....	157
Tabel 4.21 Perhitungan <i>Availability</i> (Lanjutan).....	158
Tabel 4.21 Perhitungan <i>Availability</i> (Lanjutan).....	159
Tabel 4.22 Perhitungan <i>Time Lost</i>	160
Tabel 4.22 Perhitungan <i>Time Lost</i> (Lanjutan).....	162
Tabel 4.22 Perhitungan <i>Time Lost</i> (Lanjutan).....	163
Tabel 4.22 Perhitungan <i>Time Lost</i> (Lanjutan).....	164
Tabel 4.22 Perhitungan <i>Time Lost</i> (Lanjutan).....	165
Tabel 4.23 Perhitungan <i>Cost of Unreliability</i>	166
Tabel 4.23 Perhitungan <i>Cost of Unreliability</i> (Lanjutan).....	168
Tabel 4.23 Perhitungan <i>Cost of Unreliability</i> (Lanjutan).....	169
Tabel 4.23 Perhitungan <i>Cost of Unreliability</i> (Lanjutan).....	170
Tabel 4.23 Perhitungan <i>Cost of Unreliability</i> (Lanjutan).....	171
Tabel 4.24 Kegiatan dan Durasi Waktu Penggantian <i>Cutting Tool</i> OP010 T1...172	
Tabel 4.25 Kegiatan Penggantian <i>Cutting Tool</i> OP010 T1.....	173
Tabel 4.26 <i>Why Why Analysis Cutting Tool Change</i>	175
Tabel 4.27 Perhitungan <i>Lack Capacity Buffer Conveyor</i> pada M.NR CRSH....	177
Tabel 4.27 Perhitungan <i>Lack Capacity Buffer Conveyor</i> pada M.NR CRSH (Lanjutan).....	179
Tabel 4.27 Perhitungan <i>Lack Capacity Buffer Conveyor</i> pada M.NR CRSH (Lanjutan).....	180
Tabel 4.28 <i>Tool Change Time</i> per Zona.....	180
Tabel 4.29 <i>Buffer Condition</i>	180

Tabel 4.30 Usulan Kegiatan Penggantian <i>Cutting Tool</i> OP010 T1	185
Tabel 4.31 Perbandingan Standar OEE dengan OEE PT. MMN	186
Tabel 4.32 Nilai Losses Pada OEE	187
Tabel 4.33 Perbandingan Perbaikan Kegiatan Penggantian <i>Cutting Tool</i> Menggunakan MVSM.....	198

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Total Produksi <i>Machining NR Crankshaft</i>	3
Gambar 1.2	<i>Downtime</i> in Reguler Process	4
Gambar 1.3	Perbandingan <i>Availability</i> Mesin Dengan <i>Availability Cutting Tool</i>	5
Gambar 2.1	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>	13
Gambar 2.2	Hubungan antara berbagai bentuk perawatan.....	10
Gambar 2.3	<i>Bathtub curve</i>	17
Gambar 2.4	Pola Grafik Fungsi Kepadatan Probabilitas Normal	18
Gambar 2.5	Pola Grafik Fungsi Kumulatif Kerusakan Normal	19
Gambar 2.6	Pola Grafik Fungsi Kehandalan Normal.....	19
Gambar 2.7	Pola Grafik Fungsi Laju Kerusakan Normal	19
Gambar 2.8	Pola Grafik Fungsi Kepadatan Probabilitas Lognormal	20
Gambar 2.9	Pola Grafik Fungsi Kumulatif Kerusakan Lognormal.....	21
Gambar 2.10	Pola Grafik Fungsi Kehandalan Lognormal	21
Gambar 2.11	Pola Grafik Fungsi Laju Kerusakan Lognormal	22
Gambar 2.12	Pola Grafik Fungsi Kepadatan Probabilitas Eksponensial	22
Gambar 2.13	Pola Grafik Fungsi Kumulatif Kerusakan Eksponensial	23
Gambar 2.14	Pola Grafik Fungsi Kehandalan Eksponensial	23
Gambar 2.15	Pola Grafik Fungsi Laju Kerusakan Eksponensial	24
Gambar 2.16	Fungsi Kepadatan Probabilitas	24
Gambar 2.17	Fungsi Kumulatif Distribusi Kerusakan	25
Gambar 2.18	Fungsi Kehandalan	25
Gambar 2.19	Fungsi Laju Kerusakan	26
Gambar 2.20	Fitur Desain <i>Inherent And Secondary Maintainability</i>	33
Gambar 2.21	Faktor-faktor <i>Uptime</i> atau <i>Downtime</i>	34
Gambar 2.22	Elemen <i>Downtime</i> dan <i>Repair Time</i>	34
Gambar 2.23	A_i vs <i>Preventive Maintenance Interval</i>	38
Gambar 2.24	Tahapan MVSM	43
Gambar 2.25	<i>Maintenance Value Stream Mapping (MVSM)</i>	51

Gambar 2.26 <i>Ilustrasi Buffer Conveyor</i>	52
Gambar 2.27 <i>Kerangka Berpikir</i>	71
Gambar 3.1 <i>Flowchart Penelitian</i>	74
Gambar 3.1 <i>Flowchart Penelitian (Lanjutan)</i>	75
Gambar 3.1 <i>Flowchart Penelitian (Lanjutan)</i>	76
Gambar 4.1 <i>Machining Section Layout</i>	87
Gambar 4.2 <i>Macam – Macam Cutting Tool</i>	89
Gambar 4.3 <i>Tampilan Andon Saat Cutting Tool Change</i>	90
Gambar 4.4 <i>Flowchart Cutting Tool Change</i>	91
Gambar 4.5 <i>Average Losses OEE in Crankshaft</i>	106
Gambar 4.6 <i>Average Losses Problem Crankshaft</i>	108
Gambar 4.7 <i>Current State Mapping Penggantian Cutting Tool OP010 T1</i>	172
Gambar 4.8 <i>Tool Change Time vs Buffer Condition</i>	181
Gambar 4.9 <i>New Buffer Conveyor Raw Material OP 05</i>	182
Gambar 4.10 <i>New Buffer Conveyor Finish Unit OP 195</i>	183
Gambar 4.11 <i>Future State Mapping Penggantian Cutting Tool OP010 T1</i>	185