

SKRIPSI

PERENCANAAN INTERVAL WAKTU PERAWATAN MESIN INDUKSI DENGAN MENGGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) II DAN AGE REPLACEMENT*

(Studi Kasus: CV. SUMBER BAJA PERKASA)

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta untuk Memenuhi Persyaratan Menyelesaikan Studi Strata Satu (S-1) dengan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T.)



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
Diajukan Oleh:
Muhammad Khaedzar Assagaf
15660029

**PROGAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2019

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-03/R0

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Surat Persetujuan Skripsi/ Tugas Akhir

Lamp :-

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Muhammad Khaedzar Assagaf
NIM : 15660029
Judul Skripsi : Perencanaan Interval Waktu Perawatan Mesin Induksi dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) II dan Age Replacement (Studi kasus: CV. Sumber Baja Perkasa)

Sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Teknik Industri.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapan terima kasih.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
Wassalamu'alaikum wr. wb.
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 23 September 2019

Pembimbing


Trio Yonathan Teja K., S.T., M.T.
NIP.198907152015031007

LEMBAR PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-4515/Un.02/DST/PP.00.9/10/2019

Tugas Akhir dengan judul : Perencanaan Interval Waktu Perawatan Mesin Induksi dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) II dan Age Replacement (Studi Kasus : CV. Sumber Baja Perkasa).

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : MUHAMMAD KHAEDZAR ASSAGAF
Nomor Induk Mahasiswa : 15660029
Telah diujikan pada : Jumat, 04 Oktober 2019
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR

Ketua Sidang

Trio Yonathan Teja Kusuma, S.T., M.T.
NIP. 19890715 201503 1 007

Pengaji I

Pengaji II

Dwi Agustina Kumiauwati, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 19790806 200604 2 004

Ira Setyaningsih, S.T., M.Sc.
NIP. 19790326 200604 2 002

SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Khaedzar Assagaf

NIM : 15660029

Program Studi : Teknik Industri

Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga
Yogyakarta

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejurnya bahwa skripsi saya yang berjudul **“PERENCANAAN INTERVAL WAKTU PERAWATAN MESIN INDUKSI DENGAN MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) DAN AGE REPLACEMENT (Studi Kasus: CV. SUMBER BAJA PERKASA)”** merupakan asli hasil dari penelitian yang saya lakukan dan bukan hasil dari kegiatan menjiplak atau meniru penelitian dari orang lain, kecuali bagian tertentu yang saya ambil sebagai bahan acuan.

Pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada tekanan dari pihak manapun. Terima Kasih.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 17 September 2019

Yang menyatakan,



M. Khaedzar Assagaf
NIM. 15660029

HALAMAN MOTTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai kesanggupannya”

(Q.S. Al Baqarah : 286)

“Angin tidak berhemus untuk menggoyangkan pepohonan, melainkan menguji kekuatan akarnya”

(Ali bin Abi Thalib)

“Tidak ada yang mustahil dalam kehidupan ini. Bahkan, hal-hal mustahil selalu terjadi dalam kehidupan kita sehari-hari”

(Budi Waluyo)

“Hidup itu memang kadang rumit, namun serumit apapun kehidupan ini tetap harus kita jalani, karena Tuhan punya rencana dibalik semua ini”

(Jefri Al Buchori)

“Waktumu terbatas. Jangan menyia-nyiakannya dengan menjalani hidup orang lain”

(Steve Jobs)

“Sekali kamu menentukan harapan, maka semuanya sangat mungkin terwujud”

(Cristopher Reeve)

“Kemarin, merangkai mimpi dengan segudang rencana. Sekarang, berdoa dan melakukan itu dengan penuh asa. Besok, ikhtiyar tiada ara. Hasilnya, hanya Robb

lah yang memutuskan itu semua”

(Anonim)

**STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk:

Spesial, Kepada Ibunda dan Ayahanda tercinta saya yang telah mendukung setiap perjalanan hidup saya, tanpa mereka saya bukan siapa-siapa.

Kepada mbak Unun, mbak Vina, mbak Hajar dan dek Kiki selaku saudara kandung saya, serta mas Oni dan mas Rumenta yang telah membantu baik moril maupun formil.

Kepada keluarga besar Teknik Industri dan khususnya angkatan 2015 teman sekaligus sahabat perjuangan dari mulai perkuliahan sampai selamanya.

Kepada sahabat-sahabat istimewa dan semua orang yang berpengaruh baik secara langsung maupun tidak langsung dalam hidup saya mulai dari Guru, Sahabat, Kerabat serta teman-teman yang telah banyak membantu dan memberi warna dalam hidup saya.

Terima kasih Yogyakarta, senang bisa menjadi bagian darimu.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan sifat Rahman Rahim-Nya, sehingga dengan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Sholawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW, seorang suri tauladan yang telah mengajarkan segala aspek kebaikan dan yang telah membawa kita dari zaman jahiliyah menuju zaman kesejahteraan umat islam seperti saat ini.

Selama proses penulisan skripsi ini, penulis menyadari bahwa adanya keterbatasan dalam diri penulis sehingga dalam penulisan Skripsi ini dibantu oleh berbagai pihak yang senantiasa memberikan bantuan, dorongan, motivasi, spiritual, informasi, kritik dan saran. Oleh karena itu, penulis ingin mempergunakan kesempatan ini untuk menyampaikan rasa terima kasih dan rasa hormat kepada:

1. Allah Azza Wa Jalla atas Karunia-Nya berupa Hidayah, Inayah, Nikmat Iman, Islam dan Ikhwan sehingga penulis selalu mensyukuri hidup ini.
2. Rasulullah *Shalallahu a'laihi wa salam*, yang telah menuntun saya untuk dapat beriktikat dan berperilaku baik dalam segala aspek kehidupan.
3. Kepada kedua Orang tua tercinta saya, Sosok yang tiada henti selalu memberikan kasih sayang, pendidikan, akhlaki dan dukungan yang tiada henti-hentinya. Berkat doa dan restu beliaulah saya dapat disini hari ini.
4. Saudara kandung saya Unun Khasanah, Kholivina Qodariyah, Hajar Khoirinnisak dan Rifqi Khumairotnunafis. Serta Mas Onie dan Mas

Rumenta yang selama ini selalu bahu membahu baik dalam suka maupun duka dan yang selalu memberikan warna ceria dalam kehidupan saya.

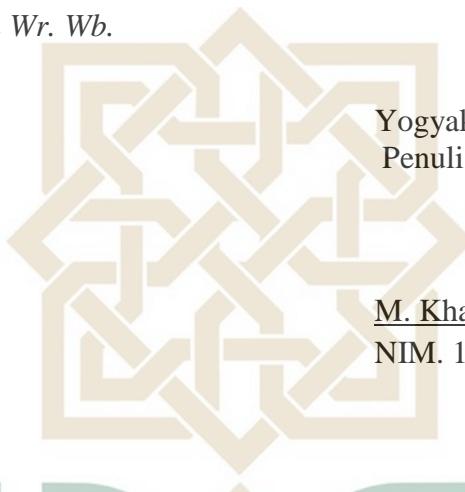
5. Ibu Dwi Agustina Kurniawati, S.T., M.Sc., Ph.D. Selaku Ketua Prodi Teknik Industri yang telah memberi dorongan berupa semangat untuk menyelesaikan skripsi ini.
6. Bapak Trio Yonathan Teja Kusuma, M.T. selaku pembimbing skripsi yang dengan kesabaran dan kebesaran hati telah rela meluangkan waktu, memberikan arahan, masukan, serta bimbingannya kepada penyusun dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Terima kasih kepada seluruh Dosen dan Staf di Fakultas Sains dan Teknologi, khususnya pada Jurusan Teknik Industri.
8. Bapak Fauzan, S.T. selaku manajer CV. SUBASA yang telah memberikan izin, arahan, panduan dan bimbingannya selama penelitian berlangsung.
9. Ibu Darmini, bapak Pramono, bapak Sirin, bapak Suntoko selaku bagian mekanik dan seluruh karyawan CV. SUBASA atas kerjasama dan bimbingannya selama penelitian berlangsung.
10. Seluruh teman, sahabat dan handaitaulan mahasiswa UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, khususnya keluarga besar Teknik Industri 2015 yang dari awal sampai akhir selalu bahu membahu dan tiada hentinya memberikan suntikan semangat terutama dalam kegiatan penyusunan skripsi ini.
11. Semua pihak yang tidak dapat penulis tuliskan satu persatu yang telah membantu dalam penusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum mendekati kesempurnaan, justru masih banyak kekurangan yang harus diperbaiki. Oleh karena itu, dengan

kerendahan dan kesadaran, penulis berharap saran dan kritikan yang konstruktif dari pihak-pihak yang menyempatkan waktunya untuk membaca sebagai bahan perbaikan dalam penyusunan laporan dimasa yang akan datang.

Penulis berharap semoga laporan skripsi ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi positif dalam ilmu pengetahuan bagi kita semua. Amiin.

Wassalamualaikum Wr. Wb.



Yogyakarta, 17 September 2019.
Penulis,

M. Khaedzar Assagaf
NIM. 15660029



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN	16
1.1 Latar Belakang	16
1.2 Rumusan Masalah.....	18
1.3 Tujuan	18
1.4 Manfaat	19
1.5 Batasan Masalah dan Asumsi	19
1.6 Sistematika Penulisan	20
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Pengertian Pemeliharaan atau Perawatan (<i>Maintenance</i>).....	11
2.3 Pengertian <i>Reliability Centered Maintenance</i> (RCM).....	13
2.4 Pengertian <i>Failure Modes and Effect Analysis</i> (FMEA)	14
2.5 Pengertian RCM II <i>Decision Worksheet</i>	15
2.6 Identifikasi Distribusi Kerusakan	19
2.7 Pengertian Penggantian Pencegahan <i>Age Replacement</i>	23
2.8 Frekuensi Pemeriksaan dan Interval pemeriksaan Optimal	25
2.9 Perhitungan Biaya Kerusakan (CF) dan Biaya Pemeliharaan (CP).....	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	30
3.1 Objek Penelitian.....	30
3.2 Jenis Data Yang Digunakan.....	30
3.3 Metode Pengumpulan Data.....	31

3.4	Metodologi penelitian	32
3.5	Diagram Alir Penelitian	33
BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN PEMBAHASAN.....		34
4.1	Gambaran Umum Perusahaan.....	34
4.1.1	Sejarah dan Profil Perusahaan	34
4.1.2	Data Jam Kerja Karyawan Produksi dan Mesin	36
4.2	Pengumpulan Data	37
4.2.1	Data Komponen dan Harga Komponen.....	37
4.2.2	Data Interval Waktu Penggantian dan Pemeriksaan Komponen	38
4.2.3	Data Waktu Kerusakan Mesin	39
4.3	Pengolahan Data	39
4.3.1	<i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	39
4.3.2	Penentuan Komponen Kritis	44
4.3.3	<i>Reliability Centered Maintenance (RCM) II Decision Worksheet</i> .	45
4.3.4	Perhitungan Waktu Antar Kerusakan (TTF) dan Perbaikan (TTR) 47	
4.3.5	Data <i>Time to Failure</i> (TTF) dan <i>Time to Repair</i> (TTR) pada komponen SCR	48
4.3.6	Identifikasi Distribusi Selang Waktu Antar Kerusakan (TTF)	49
4.3.7	Identifikasi Distribusi Data Waktu Perbaikan (TTR)	51
4.3.8	Menghitung Parameter Data TTF Pada Komponen SCR	53
4.3.9	Menghitung Parameter Data TTR Pada Komponen SCR	54
4.3.10	Menghitung MTTF dan MTTR komponen SCR	56
4.3.11	Menentukan Fungsi Kepadatan Peluang Komponen SCR	56
4.3.12	Menentukan Waktu Penggantian Pencegahan <i>Age Replacement</i> ...	58
4.3.13	Perhitungan Waktu Pemeriksaan Optimal Komponen SCR.....	61
4.3.14	Penentuan Biaya <i>Preventive</i> dan <i>Corrective Maintenance</i>	63
4.4	Analisis dan Pembahasan.....	66
4.4.1	Analisis dan Pembahasan dari Hasil Pengolahan RCM II <i>Decision Worksheet</i> dalam Menentukan Kebijakan Kegiatan Perawatan.	66
4.4.2	Analisis dan Pembahasan dari Hasil Pengolahan <i>Age Replacement</i> dalam Menentukan Interval Waktu Perawatan.	71
4.4.3	Analisis dan Pembahasan Biaya Sesudah dan Sebelum dilakukan Tindakan <i>Preventive Maintenance</i>	79
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		81
5.1	Kesimpulan	81

5.2 Saran	82
DAFTAR PUSTAKA	83
LAMPIRAN	87



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	9
Tabel 4.1 Nama Komponen dan Harga Komponen	37
Tabel 4.2 Lama Waktu Penggantian Komponen	38
Tabel 4.3 Waktu Pemeriksaan Komponen	38
Tabel 4.4 Kriteria dan Nilai <i>Severity</i>	39
Tabel 4.5 Kriteria dan Nilai <i>Occurance</i>	40
Tabel 4.6 Kriteria dan Nilai <i>Detection</i>	41
Tabel 4.7 Hasil FMEA Nilai RPN Pada Masing-masing Komponen.....	42
Tabel 4.8 Penentuan Nilai RPN Komponen Mesin Induksi	44
Tabel 4.9 Hasil Nilai RCM <i>Decision Worksheet</i>	46
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan TTF dan TTR Komponen SCR	47
Tabel 4.11 Data TTF dan TTR Komponen SCR	48
Tabel 4.12 Nilai <i>Index of fit</i> Distribusi Terpilih Pada Data TTF	50
Tabel 4.13 Nilai <i>Index of fit</i> Distribusi Terpilih Pada Data TTR	52
Tabel 4.14 Nilai Parameter Distribusi dan MTTF Komponen Kritis	54
Tabel 4.15 Nilai Parameter Distribusi dan MTTR Komponen Kritis	55
Tabel 4.16 Nilai Fungsi Kepadatan Peluang Komponen SCR	57
Tabel 4.17 Nilai Fungsi Kepadatan Peluang pada Komponen Kritis	58
Tabel 4.18 Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen SCR	58
Tabel 4.19 Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen Kritis.....	60
Tabel 4.20 Nilai Waktu Pemeriksaan Komponen Kritis.....	63
Tabel 4.21 Nilai Perbandingan Biaya <i>Corrective</i> dan <i>Preventive</i>	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 RCM <i>Decision Diagram</i>	18
Gambar 2.2 Distribusi Normal.....	21
Gambar 2.3 Model <i>Age Replacement</i>	24
Gambar 2.4 Grafik Kurva Biaya Total.....	27
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	33
Gambar 4.1 Letak Geografis CV. Sumber Baja Perkasa	34
Gambar 4.2 Gambaran Umum Proses Produksi CV. Sumber Baja Perkasa.....	35
Gambar 4.3 <i>Flow chart</i> proses Produksi CV. Sumber Baja Perkasa.....	36
Gambar 4.4 Diagram Pareto pada Komponen Kritis	44
Gambar 4.5 Plot Waktu Antar Kerusakan Komponen SCR	49
Gambar 4.6 Plot Waktu Perbaikan Komponen SCR	51
Gambar 4.7 Perbandingan Biaya Perawatan Komponen SCR.....	65



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambaran Umum Perusahaan	88
Lampiran 2. Foto Komponen Kerusakan Pada Mesin Induksi	93
Lampiran 3. Pengumpulan dan Pengolahan Data	94
Lampiran 4. Kerugian Akibat <i>Downtime</i>	131
Lampiran 5. Tabel Standar Distribusi (Z) dan Tabel Gamma	132
Lampiran 6. Sistem Kerja Mesin Induksi	135
Lampiran 7. Glosarium	136



**PERENCANAAN PERAWATAN KOMPONEN PADA MESIN INDUKSI
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED
MAINTENANCE (RCM) II* DI CV. SUMBER BAJA PERKASA**

**Muhammad Khaedzar Assagaf
15660029**

Program Studi Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga
Yogyakarta

ABSTRAK

CV. Sumber Baja Perkasa adalah perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur peleburan dan percetakan logam yang dapat menghasilkan berbagai produk logam seperti pulley dan brakewheel. Pada penelitian ini objek yang dikaji adalah mesin induksi yang sering mengalami kerusakan saat berlangsungnya proses produksi. Kerusakan yang terjadi dapat mengganggu jalannya proses produksi sehingga mengakibatkan target produksi tidak tercapai. Selain itu, tindakan perawatan selama ini yang diterapkan perusahaan berupa corrective maintenance atau sebatas pembersihan dan penggantian saat terjadi kerusakan, tetapi tetap saja masih sering terjadi kerusakan pada mesin induksi. Berdasarkan permasalahan yang terjadi maka dibutuhkan metode perawatan yang tepat salah satunya dengan menerapkan tindakan preventive maintenance melalui metode RCM II decision worksheet dan Age Replacement. Tujuan diterapkannya kedua metode tersebut adalah untuk menentukan kebijakan kegiatan perawatan yang tepat dan dapat memperoleh interval waktu perawatan penggantian komponen yang optimal sehingga dapat menurunkan biaya perawatan yang dilakukan. Dari hasil penelitian maka diketahui jenis kegiatan perawatan dan interval waktu penggantian secara berurutan yaitu untuk komponen SCR jenis kegiatan yang diterapkan berupa scheduled combination of task (scheduled on conditional task dan scheduled discard task) dengan interval waktu 294 jam, untuk komponen kawat niklin dan kabel anaconda jenis kegiatan yang diterapkan berupa scheduled discard task dengan interval waktu 451 jam dan 397 jam, untuk komponen klem jenis kegiatan yang diterapkan berupa scheduled restoration task dengan interval waktu 617 jam. Tindakan preventive maintenance bila dibandingkan dengan tindakan perawatan sebelumnya maka diperoleh penurunan biaya pada masing-masing komponen mesin induksi sebesar 22%, 28%, 25% dan 24%.

Kata kunci: perawatan, preventive maintenance, corrective maintenance, RCM II decision worksheet, age replacement.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencapaian target produksi sebuah perusahaan ditentukan dari kelancaran proses produksi itu sendiri. Kelancaran proses produksi ditentukan oleh adanya sistem produksi yang baik dimana salah satu komponen penyusunnya ialah pada unit mesin yang digunakan. Setiap proses produksi berlangsung dibutuhkan sebuah kesiapan dan keandalan dari suatu unit mesin yang digunakan untuk beroperasi secara maksimal setiap waktunya. Namun, mesin yang digunakan secara terus menerus tidak menutup kemungkinan dapat mengakibatkan mesin rentan mengalami kerusakan (*breakdown*) dan menimbulkan kerugian. Hal ini dapat diantisipasi salah satunya dengan menerapkan sistem manajemen perawatan berupa tindakan *preventive maintenance* yang direncanakan, dijadwalkan dan dilakukan dengan baik agar diperoleh kegiatan *maintenance* yang lebih efektif.

CV. Sumber Baja Perkasa merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur peleburan dan pencetakan logam yang beralamatkan di Ceper Kab. Klaten, Jawa Tengah. Mesin utama yang digunakan dalam kegiatan produksi adalah mesin induksi yang berfungsi untuk meleburkan logam. Berdasarkan data pencatatan perusahaan, kerusakan komponen yang terjadi pada mesin induksi biasanya disebabkan oleh komponen-komponen vital dari mesin yang mengalami kegagalan fungsi sehingga membuat mesin mati dan tidak dapat beroperasi secara maksimal. Kondisi mesin yang rusak tentu akan mempengaruhi jalannya proses produksi sehingga target produksi menjadi tidak

tercapai. Selama ini tindakan perawatan yang diterapkan di perusahaan berupa *corrective maintenance* dimana perbaikan, pemeriksaan dan penggantian komponen dilakukan secara tidak terencana dan dilakukan saat terjadi kerusakan.

Berdasarkan data historis kerusakan bulan Januari 2017-Desember 2018 diketahui mesin mengalami *breakdown* sebanyak 34 kali dengan total *downtime* sebesar 143 jam dalam 3024 jam waktu produksi. Sehingga besar kerugian akibat *downtime* mesin induksi bila dicontohkan pada salah satu produk *brakewhell* yaitu sebesar Rp.87.340.500 (*lampiran 4*). Solusi yang dapat diterapkan kepada perusahaan dalam menentukan kebijakan kegiatan perawatan dan perencanaan waktu perawatan agar dapat menurunkan biaya perawatan yaitu dengan pendekatan *preventive maintenance* melalui metode RCM II dan *Age Replacement*.

Metode RCM II yaitu metode terintegrasi analisis kuantitatif dan kualitatif pada penentuan perencanaan perawatan mesin dimana RCM II memiliki keuntungan dalam penentuan rencana perawatan yang difokuskan pada mesin-mesin kritis serta menghindari aktivitas perawatan yang tidak diperlukan (Moubray, 1997). Sedangkan metode *Age Replacement* yaitu model penggantian pencegahan yang tergantung pada umur pakai komponen. Penggantian pencegahan dilakukan dengan menetapkan kembali interval waktu pencegahan material berikutnya, sesuai dengan interval waktu yang telah ditentukan jika terjadi kerusakan yang menuntut dilakukan tindakan penggantian (Jardine, 1973). Dalam penelitian ini metode RCM II digunakan untuk menentukan

kebijakan kegiatan perawatan yang tepat untuk diterapkan, sedangkan penentuan waktu perawatan penggantian komponen dapat melalui *Age Replacement*.

Hal ini dapat dibuktikan dengan melihat penelitian yang dilakukan oleh Yulianti dan Adinata (2016), dengan judul *penjadwalan penggantian komponen pada mesin rolling dan heading di PT. DRA Component Persada dengan metode Age Replacement*, hasilnya diperoleh interval waktu penggantian optimum untuk komponen *punch* 140 jam, *pin guide* 150 jam, dan *rolling dies* 220 jam, selain itu juga diperoleh penghematan biaya perawatan pada ketiga komponen masing-masing sebesar 70%, 71,92% dan 60,14%.

Penelitian ini hanya mengkaji tentang *maintenance* mesin, dengan tujuan penelitian yaitu untuk menentukan kebijakan kegiatan perawatan yang tepat dan menentukan interval waktu perawatan yang optimal agar dapat mengurangi biaya perawatan mesin. Harapannya dengan adanya penelitian ini nantinya dapat membantu perusahaan dalam mengambil suatu keputusan yang tepat sehingga dapat mengurangi biaya perawatan yang dilakukan pada mesin induksi.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang diangkat dari penelitian ini yaitu “Bagaimana menentukan interval waktu perawatan yang tepat agar dapat mengurangi biaya perawatan mesin induksi di CV. Sumber Baja Perkasa ?”

1.3 Tujuan

Adapun tujuan yang diharapkan dalam penelitian ini yaitu,:

1. Menentukan kebijakan kegiatan perawatan mesin induksi sesuai RCM II *decision worksheet*.

2. Menentukan interval waktu perawatan mesin induksi agar dapat mengurangi biaya perawatan.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Membantu perusahaan dalam menganalisis penyebab kerusakan sehingga memudahkan perusahaan dalam menentukan kegiatan perawatan yang tepat
2. Memudahkan perusahaan dalam menentukan interval waktu penjadwalan perawatan komponen secara berkala sehingga dapat mengurangi biaya perawatan mesin induksi.

1.5 Batasan Masalah dan Asumsi

Adapun batasan masalah dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian difokuskan pada mesin Induksi merk Lanshuo dengan kapasitas tungku 500 kg.
2. Data yang digunakan adalah data kerusakan mesin induksi bulan Januari 2017- Desember 2018.
3. Produk yang dijadikan objek pada analisis biaya kerugian adalah produk *breakwheel*.

Adapun asumsi dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Hasil peleburan logam di tungku dianggap sama setiap kali produksi.
2. Waktu penggunaan mesin induksi setiap produksi dianggap sama.
3. Faktor usia mesin diabaikan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika dalam penulisan skripsi ini terdiri dari 5 bab yang akan dijelaskan sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi tentang latar belakang, ditentukan rumusan masalah, dijabarkan pula tujuan, manfaat, batasan, asumsi dari penelitian dan sistematika penelitian diakhir Bab I.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menguraikan tentang teori-teori yang mendukung penelitian dan literatur ilmiah penelitian terdahulu yang pernah dilakukan sebelumnya sebagai bahan referensi penelitian.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan tentang objek penelitian yang akan diamati, langkah-langkah yang digunakan dalam proses penelitian, tahap penelitian data yang akan digunakan dan diagram alir penelitian.

BAB IV : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang profil perusahaan, objek penelitian, pengumpulan data, pengolahan data dan pembahasan.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan dari analisis dan pembahasan terhadap penelitian yang dilakukan serta saran untuk perusahaan dan peneliti selanjutnya

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun dari hasil pengolahan dari BAB IV maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisis pembahasan RCM II *decision worksheet* untuk diberikan kebijakan *maintenance* yang tepat adalah untuk komponen kawat niklin, kabel anaconda dan *motherboard* dengan jenis kerusakan adalah kawat niklin putus, busbar (kuningan tembaga) putus, dan *power supply* mati adalah dengan memberikan kegiatan perawatan berupa *scheduled discard task*, kemudian untuk komponen SCR dan kapasitor dengan jenis kerusakan adalah permukaan SCR hangus atau terbakar dan kabel arus dari traffo terbakar adalah dengan memberikan kegiatan perawatan berupa *scheduled combination of task (scheduled on conditional task)* dan *scheduled discard task*). Sedangkan untuk komponen klem dengan jenis kerusakan cincin klem berkarat atau kotor adalah dengan memberikan kegiatan perawatan berupa *scheduled restoration task*.
2. Berdasarkan hasil analisis pembahasan maka diperoleh interval waktu penggantian pencegahan yang optimal sehingga diperoleh penghematan biaya. Adapun untuk masing-masing komponen diperoleh interval waktu penggantian pencegahan yang optimal dan penghematan biaya secara berurutan yaitu SCR pada jam ke 294 dengan penghematan biaya Rp. 2.192.562,532 atau 22%, kawat niklin pada jam ke 451 dengan penghematan biaya Rp. 1.783.578,036 atau 28%, kabel anaconda pada jam ke 397 dengan

penghematan biaya Rp. 1.765.690,322 atau 25% dan klem pada jam ke 617 dengan penghematan biaya Rp 1.349.056,441 atau 24%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat diperoleh rekomendasi berupa saran kepada pihak perusahaan dan peneliti selanjutnya yaitu sebagai berikut:

1. Perusahaan dapat menerapkan kegiatan *preventive maintenance* dalam melakukan perawatan mesin, salah satunya dengan menggunakan metode RCM II *decision worksheet* dan *Age Replacement* yang telah dipaparkan oleh peneliti pada bab sebelumnya. Harapannya dengan diidentifikasi jenis dan penyebab kerusakan pada masing-masing komponen maka dapat membantu perusahaan dalam menentukan kebijakan perawatan yang tepat. Selain itu perusahaan juga dapat menjadwalkan interval waktu dilakukannya pemeriksaan dan penggantian komponen secara berkala atau terjadwal agar dapat mengurangi timbulnya *downtime* dan kerusakan secara tiba-tiba.
2. Peneliti selanjutnya dapat mengobservasi penyebab kegagalan pada masing-masing komponen mesin secara lebih spesifik dengan melakukan pendekatan pada *decision worksheet* dalam menentukan jenis kegiatan perawatan yang tepat. Agar lebih terukur peneliti dapat menggunakan beberapa metode seperti FTA, LTA dan *fishbone* sehingga dapat diperoleh analisis penyebab kerusakan yang lebih rinci dan tepat.

DAFTAR PUSTAKA

Bangun, I. *et al.* 2014. *Perancangan Pemeliharaan Mesin Produksi Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) II Pada Mesin Blowing Om.* Malang: Jurnal Teknik Industri. Universitas Brawijaya.

Ebeling, Charles E. 1997. *Reliability and Maintainability Engineering.* McGraw Hill.

Ebeling, Charles E. 2003. *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering.* New York: McGraw Hill.

Fata. 2017. *Analisis Reliability Centered Maintenance dan Maintenance Value Stream Map.* Yogyakarta: Skripsi Teknik Industri. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.

Fischer, K. *et al.* 2011. *A Limited Scope Reliability Centered Maintenance Analysis of Wind Turbines.* Gothenburg: Jurnal Electric Power Engineering.

Gaspersz, Vincent. 2006. *Continuous Cost Reduction Through Lean-Sigma Approach.* Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.

Kurniawan, Fajar. 2013. *Manajemen Perawatan Industri Teknik dan Aplikasi Implementasi Total Productive Maintenance (TPM), Preventive Maintenance dan Reliability Centered Maintenance (RCM).* Yogyakarta: Graha Ilmu.

Hidayat, Rachmad. *et al.* 2010. *Perencanaan Kegiatan Maintenance dengan Metode Reliability Centered Maintenance II.* Madura: Jurnal Teknik Indutri, Universitas Trunojoyo.

Jardine, A.K.S. *Maintanance, Replacement and Reliability*. (Boca Raton: Taylor & Francis group, 2006)

Jardine, A.K.S. 1973. *Maintanance, Replacement and Reliability. Departement of Engineering Production University of Birmingham Pitman Publishing.*

Moubray, J. 1997. *Reliability Centered Maintenance 2nd Edition*. New York : Industrial Press Inc. Madison Avenue.

Montgomery, Douglas C. dan Runger, George C. 2002. *Applied Statistics and Probability for Engineers*. New York: Permissions department. John Wiley & Sons, Inc.

Naik, B. Devaraj dan Soni, Pradeep Kumar. 2016. *Application of Reliability Centered Maintenance on Horizontal Boring Machine-A Case Study*. Jurnal IJAERS. Madhya Pradesh.

Narnaware, Vivek S. et al. 2014. *Implementation of Reliability Centered Maintenance in Air Compressor Unit*. Nagpur.

Purnama, Jaka. et al. 2015. *Metode Age Replacement Digunakan untuk Menentukan Interval Waktu Perawatan Mesin Pada Armada Bus*. Surabaya: Jurnal Teknik Industri. Institut Teknologi Adhi Tama.

Ramadhan, M. A. Z., 2018. *Penentuan Interval Waktu Preventive Maintenance Pada Nail Making Machine Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) II* . Sidoarjo: Skripsi Teknik Industri. Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

Sari, Dian Puspita dan Ridho. 2016. *Evaluasi Manajemen Perawatan Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) II Pada Mesin Blowing I di Plant I PT. Pisma Putra Textile*. Semarang.: Jurnal Teknik Industri. Hal 73-80. Universitas Diponegoro.

Sefurrokhim, David. 2013. *Penjadwalan Perawatan Preventive Komponen Kritis Pada Mesin Excavator Studi Kasus PT. Putra Batu Mulia Kalimantan*. Yogyakarta: Skripsi Teknik Industri. Universitas Islam Negeri.

Sembiring, N. et al. 2017. *The Engine Maintenance Scheduling by Using Reliability Centered Maintenance Method and The Identification of 5S Application in PT.XYZ*. Medan: Jurnal Teknik Industri. Universitas Sumatera Utara.

Sumantri, Ade H. 2013. *Analisis RPN terhadap Keandalan Instrumentasi Kompresor Udara Menggunakan Metode FMEA di PT. Pertamina (PERSERO) Refinery Unit II Dumai*. Riau: Skripsi Teknik Elektro. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim.

Taufik dan Septyan. 2015. *Penentuan Interval Waktu Perawatan Komponen Kritis Pada Mesin Turbin di PT. PLN (PERSERO) Sektor Pembangkit Ombilin*. Padang: Jurnal Teknik Industri. Universitas Andalas.

Vidiasari, Defri. et al. 2015. *Interval Waktu Penggantian Pencegahan Optimal Komponen Sistem Printing Unit U41 Menggunakan Metode Age Replacement di PT.Pikiran Rakyat*. Bandung: Jurnal Teknik Industri. Institut Teknologi Nasional.

Widyaningsih, Sri. A. 2011. *Perancangan Penjadwalan Pemeliharaan Pada Mesin Produksi Bahan Bangunan Untuk Meningkatkan Kehandalan Mesin Dengan Metode Reliability Centered Maintenance*. Depok: Skripsi Teknik Industri. Universitas Indonesia.

Yulianti, Nur dan Adinata, M. Zhona. 2018. *Penjadwalan Penggantian Komponen Pada Mesin Rolling dan Heading di PT. DRA Component Persada dengan Metode Age Replacement*. Jurnal Fakultas Teknik. Universitas Pancasila.





Lampiran 1. Gambaran Umum Perusahaan

Sejarah berdirinya CV. Sumber Baja Perkasa bila diruntutkan awal mula berdirinya hingga saat ini yaitu sebagai berikut:

- Tahun 1994, merupakan sebuah bengkel kecil dan sederhana, karena waktu itu hanya memiliki 2 mesin bubut yang digunakan perusahaan untuk memulai aktivitas produksinya, hasil produksinya seperti pada komponen mesin traktor.
- Tahun 1995, perusahaan mulai berinovasi dengan mulai menghasilkan *impeller* untuk komponen pompa air.
- Tahun 1996, perusahaan mulai mengekspansi pabrik (unit mesin 2).
- Tahun 1997, perusahaan mulai menghasilkan produksi pertanian.
- Tahun 1998, perusahaan mulai berbenah dengan menambahkan mesin produksi.
- Tahun 1999, untuk (unit mesin 1) ditambahkan mesin bubut kembali.
- Tahun 2000, dikembangkan dalam merakit mesin *utilitas*.
- Tahun 2001, perusahaan mulai membentuk pabrik (unit mesin 2).
- Tahun 2002, mulai memproduksi komponen mesin diesel.
- Tahun 2003, memulai melakukan proses *casting* (copula unit 1).
- Tahun 2004, (Unit mesin 1) ditambahkan mesin bor dan unit pengecetan.
- Tahun 2005, perusahaan mulai memasok komponen *original equipment manufacturer* (elektronik) dan industri umum.
- Tahun 2006, mulai mengembangkan proses *casting* alumunium.
- Tahun 2007, mulai memproduksi komponen alumunium.
- Tahun 2008, perusahaan memulai proses *casting* (copula unit 2).
- Tahun 2009, pembentukan pabrik (unit induksi 1).

- Tahun 2010, *casting* induksi mulai berproduksi.
 - Tahun 2011, perusahaan mulai memasok komponen untuk oem (*exedy*).
 - Tahun 2012, perusahaan mulai membentuk pabrik (unit mesin 3).
 - Tahun 2013, perusahaan memulai proses *casting* (copula unit 3).
 - Tahun 2014, Unit Copula 3 mulai diproduksi untuk komponen eom (Roda Rem).
 - Tahun 2015 - 2016, Pembentukan pabrik (permesinan dan pengecoran).
 - Tahun 2017, Memulai memproduksi mesin jahit.
 - Tahun 2018 - sekarang,
- **Jam Kerja Karyawan CV. Sumber Baja Perkasa**

Adapun pembagian jam kerja karyawan diluar jam produksi yaitu sebagai berikut:

1. Senin - Sabtu

Mulai Pekerjaan I jam 07.30 – 11.30 WIB

Istirahat jam 11.30 – 12.30 WIB

Mulai Pekerjaan II jam 12.30 – 16.00 WIB

2. Jum'at

Mulai Pekerjaan I jam 07.30 – 16.00 WIB

Istirahat jam 11.30 – 12.45 WIB.

Mulai Pekerjaan II jam 12.45 – 16.15 WIB

Untuk jam kerja pada hari jum'at waktu istirahat jam 11.30 – 12.45 WIB dibedakan dibanding dengan hari biasanya dikarenakan untuk

menghormati karyawan pria yang beragama islam dalam menjalankan ibadah sholat jum'at.

3. Lembur

Jam lembur tidak dapat dipastikan atau diatur untuk semua karyawan.

Sehingga adanya jam lembur mengikuti aturan kebijakan dari perusahaan.

• Struktur Organisasi di CV. Sumber Baja Perkasa

Struktur organisasi merupakan kerangka yang menunjukkan kedudukan, tugas dan kewajiban, serta tanggung jawab dalam struktur organisasi. Adapun struktur organisasi di CV. Sumber Baja Perkasa yaitu:



Gambar 1 Struktur Organisasi CV. Sumber Baja Perkasa
Sumber CV. Sumber Baja Perkasa

- Produksi pada CV. Sumber Baja Perkasa

1. Bahan Baku

Bahan baku utama yang digunakan dalam memproduksi produk di CV.Sumber Baja Perkasa yaitu: besi, baja, alumunium dan gram. Selain itu perusahaan juga berupaya mengurangi limbah hasil produksi dengan mengumpulkan scrab-scrab atau potongan kecil yang tidak dipakai untuk dileburkan kembali.

2. Macam-macam Produk Hasil Produksi

Adapun produk-produk yang diproduksi di CV. Sumber Baja Perkasa yaitu sebagai berikut:



Gambar 2 Produk CV. Sumber Baja Perkasa
(Sumber: CV.Sumber Baja Perkasa)

Gambar 2 menunjukkan beberapa produk hasil produksi di CV. Sumber Baja Perkasa seperti: *pully*, *join flexible*, produk alumunium, *water pump components*, *gear set*.



Gambar 3 Produk CV. Sumber Baja Perkasa
(Sumber: CV.Sumber Baja Perkasa)

Gambar 3 menunjukan beberapa produk hasil produksi di CV. Sumber Baja Perkasa seperti: *assemblng utility machine, blower, polish.*



Gambar 4 Produk CV. Sumber Baja Perkasa
(Sumber: CV.Sumber Baja Perkasa)

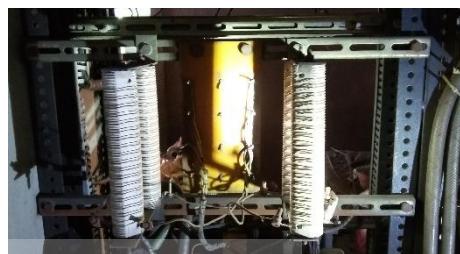
Gambar 4 menunjukan beberapa produk hasil produksi di CV. Sumber Baja Perkasa seperti: *bos clutch, drum brake, iron heater, water pump casing, washing machine spindle.*

Lampiran 2. Foto Komponen Kerusakan Pada Mesin Induksi

Berikut merupakan gambar dari komponen yang mengalami kerusakan ysitu:



Kontaktor Besar



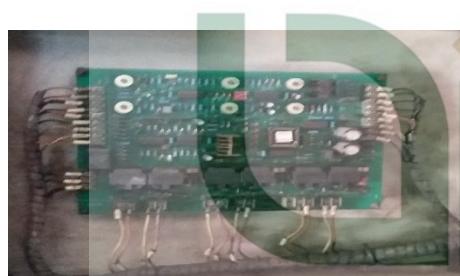
Kawat Niklin/ R Pembatas



Curent Transformer



SCR



Manbod (Motherboard)



Kapasitor



Sekering



Kabel Anaconda

Lampiran 3. Pengumpulan dan Pengolahan Data

Tabel 1 Data Waktu Downtime Kerusakan Komponen Tahun 2017

DATA WAKTU KERUSAKAN TAHUN 2017				
No	Komponen	Tanggal	Waktu	
			Mulai Kerusakan	Selesai Perbaikan
1	SCR (<i>Silicon Controlled Rectifier</i>)	14/01/2017	10:38	14:44
		06/03/2017	06:55	10:30
		30/05/2017	09:32	12:46
		07/09/2017	12:15	15:25
		14/11/2017	07:30	11:21
		23/12/2017	11:22	14:45
2	Kabel Anaconda	11/02/2017	06:27	11:25
		30/03/2017	11:20	15:22
		29/07/2017	09:00	14:08
		12/12/2017	10:14	14:29
3	Kawat Niklin	06/03/2017	09:30	12:30
		22/08/2017	10:28	13:45
		06/11/2017	11:24	15:12
4	Klem	09/05/2017	09:11	13:35
		24/08/2017	05:25	09:10
5	Curent Transform	11/04/2017	11:26	14:55
		02/09/2017	11:15	15:08
6	Traffo	22/04/2017	07:04	09:20
		15/11/2017	13:21	14:45
7	Kapasitor	05/05/2017	10:29	15:30
8	Kontaktor	10/06/2017	09:05	16:00
9	Sekering	02/01/2017	10:04	12:25

Sumber CV. Sumber Baja Perkasa

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Tabel 2 Data Waktu Downtime Kerusakan Komponen Tahun 2018

DATA WAKTU KERUSAKAN TAHUN 2018				
No	Komponen	Tanggal	Waktu	
			Mulai Kerusakan	Selesai Perbaikan
1	SCR (<i>Silicon Controlled Rectifier</i>)	10/02/2018	10:46	15:03
		17/04/2018	05:45	09:25
		05/07/2018	07:15	10:35
		04/10/2018	10:00	13:11
2	Kawat Niklin	14/03/2018	10:42	14:31
		02/07/2018	07:17	11:08
		25/09/2018	06:31	10:15
		22/12/2018	11:05	14:29
3	Klem	18/01/2018	10:57	15:00
		07/06/2018	07:16	11:30
		15/12/2018	10:50	15:02
4	Motherboard	05/02/2018	11:54	16:00
		14/07/2018	06:33	11:10
5	Kapasitor	29/11/2018	08:38	16:00
6	Curent Transform	09/10/2018	06:45	10:30
7	Kabel Anaconda	06/03/2018	07:53	13:23

Sumber CV. Sumber Baja Perkasa

- Data Lama Waktu Penggantian Komponen**

Tabel 3 Data Lama Waktu Penggantian Komponen SCR

Data Lama Waktu Penggantian Komponen SCR		Waktu Penggantian Kerusakan (menit)	Waktu Penggantian Pencegahan (menit)
No	Kegiatan Perawatan		
1	Mencari dan menemukan kerusakan	20	-
2	Memeriksa komponen yang rusak	10	-
3	Membongkar komponen mesin	35	30
4	Mengambil komponen dari gudang penyimpanan	10	-
5	Membersihkan area sekitar (selang) dari debu dan kerak	60	60
6	Memasang komponen pengganti	30	25
7	Memasang dan mengecek kesiapan dari mesin	25	25
8	Trial mesin	15	10
Total (menit)		205	150

Tabel 4 Data Lama Waktu Penggantian Komponen Kawat Niklin

Data Lama Waktu Penggantian Komponen Kawat Niklin			
No	Kegiatan Perawatan	Waktu Penggantian Kerusakan (menit)	Waktu Pengantian Pencegahan (menit)
1	Mencari dan menemukan kerusakan	20	-
2	Memeriksa komponen yang rusak	10	-
3	Membongkar komponen mesin	35	30
4	Mengambil komponen dari gudang penyimpanan	10	-
5	Membersihkan komponen dan area sekitar dari debu, gram	25	20
6	Membuat lilitan pengganti	40	30
7	Memasang komponen pengganti	20	20
8	Memasang dan mengecek kesiapan dari mesin	25	25
9	Trial mesin	15	10
Total (menit)		200	135

Sumber CV. Sumber Baja Perkasa

Tabel 5 Data Lama Waktu Penggantian Komponen Kabel Anaconda

Data Waktu Penggantian Komponen Kabel Anaconda			
No	Kegiatan Perawatan	Waktu Penggantian Kerusakan (menit)	Waktu Pengantian Pencegahan (menit)
1	Mencari dan menemukan kerusakan	20	-
2	Memeriksa komponen yang rusak	15	-
3	Membongkar komponen	45	45
4	Mengecek kondisi selang dan kabel lilitan tembaga	25	20
5	Mengambil komponen dari gudang penyimpanan	10	-
6	Membersihkan (selang) dari debu dan kerak	45	40
7	Memasang komponen	60	50
8	Memasang dan mengecek kesiapan dari komponen dan mesin	25	20
9	Mengecek komponen lain (klem,kapasitor dan tungku)	20	10
10	Trial mesin	15	10
Total (menit)		280	195

Sumber CV. Sumber Baja Perkasa

Tabel 6 Data Lama Waktu Penggantian Komponen Klem

Data Waktu Pengantian Komponen Klem Besar		Waktu Penggantian Kerusakan (menit)	Waktu Pengantian Pencegahan (menit)
No	Kegiatan Perawatan		
1	Mencari dan menemukan kerusakan	20	-
2	Memeriksa komponen yang rusak	20	-
3	Membongkar komponen	25	25
4	Mengecek kondisi permukaan pada selang dan kabel dalam	40	40
5	Mengambil komponen dari gudang penyimpanan	10	-
6	Membersihkan komponen dan area sekitar dari debu gram, jamur	45	40
7	Memasang komponen	20	15
8	Memberikan cairan anti karat	25	20
9	Memasang dan mengecek kesiapan dari mesin	25	25
10	Trial mesin	15	10
Total (menit)		245	175

Sumber CV. Sumber Baja Perkasa

- **Perhitungan Downtime, Time to Repair (TTR) dan Time to Failure (TTF)**

Tabel 7 Perhitungan TTR dan Total Downtime Kerusakan Komponen Kawat Niklin

No.	Tanggal	Komponen	Waktu (jam)		Jumlah Waktu Perbaikan (jam)	Downtime (jam)
			Mulai Kerusakan	Selesai Kerusakan		
1	06/03/17	Kawat Niklin	09:30	12:30	3,00	3,00
2	22/08/17		10:28	13:45	3,17	3,17
3	06/11/17		11:24	15:12	3,48	3,48
4	14/03/18		10:42	14:31	3,49	3,49
5	02/07/18		07:17	11:08	3,51	3,51
6	25/09/18		06:31	10:15	3,44	3,44
7	22/12/18		11:05	14:29	3,24	3,24
Total Downtime					23,33	23

Tabel 8 Perhitungan TTR dan Total Downtime Kerusakan Komponen Kabel Anaconda

No.	Tanggal	Komponen	Waktu (jam)		Jumlah Waktu Perbaikan (jam)	Downtime (jam)
			Mulai Kerusakan	Selesai Kerusakan		
1	11/02/17	Kabel Anaconda	06:27	11:25	4,58	4,58
2	30/03/17		11:20	15:22	4,07	4,07
3	29/07/17		09:00	14:08	5,08	5,08
4	12/12/17		10:14	14:29	4,15	4,15
5	06/03/18		07:53	13:23	5,30	5,30
Total Downtime					23,18	23

Tabel 9 Perhitungan TTR dan Total Downtime Kerusakan Komponen Klem

No.	Tanggal	Komponen	Waktu (jam)		Jumlah Waktu Perbaikan (jam)	Downtime (jam)
			Mulai Kerusakan	Selesai Kerusakan		
1	09/05/17	Klem	09:11	13:35	4,24	4,24
2	24/08/17		05:25	09:10	3,45	3,45
3	18/01/18		10:57	15:00	4,03	4,03
4	07/06/18		07:16	11:30	4,14	4,14
5	15/12/18		10:50	15:02	4,12	4,12
Total Downtime					19,98	20

Tabel 10 Perhitungan TTR dan Total Downtime Kerusakan Komponen Kapasitor

No.	Tanggal	Komponen	Waktu (jam)			Downtime (jam)
			Mulai Kerusakan	Selesai Kerusakan	Perbaikan (TTR)	
1	05/05/17	Kapasitor	10:29	15:30	5,01	5,01
2	29/11/18		08:38	16:00	7,22	7,22
Total Downtime					12,23	12

Tabel 11 Perhitungan TTR dan Total Downtime Kerusakan Komponen Motherboard

No.	Tanggal	Komponen	Waktu (jam)			Downtime (jam)
			Mulai Kerusakan	Selesai Kerusakan	Perbaikan (TTR)	
1	05/02/18	Motherboard	11:54	16:00	4,06	4,06
2	14/07/18		06:33	11:10	4,37	4,37
Total Downtime					8,43	8

Tabel 12 Hasil Perhitungan TTF Kerusakan Komponen Kawat Niklin

Komponen Kawat Niklin								
No.	Tanggal	Waktu (jam)			Waktu Selesai Kerusakan - Waktu Akhir Rusak (jam)	Waktu Mulai Kerusakan - Waktu Akhir Rusak (jam)	Hari (jam)	TTF (jam)
		Mulai Kerusakan	Selesai Kerusakan	TTR (jam)				
1	06/03/17	09:30	12:30	3,00				
2	22/08/17	10:28	13:45	3,17	3,00	5,58	770	778,58
3	06/11/17	11:24	15:12	3,48	1,45	6,54	352	359,99
4	14/03/18	10:42	14:31	3,49	0,13	6,12	594	600,25
5	02/07/18	07:17	11:08	3,51	0,59	2,47	473	476,06
6	25/09/18	06:31	10:15	3,44	4,22	2,01	396	402,23
7	22/12/18	11:05	14:29	3,24	5,15	6,35	385	396,50

Tabel 13 Hasil Perhitungan TTF Kerusakan Komponen Kabel Anaconda

Komponen Kabel Anaconda								
No.	Tanggal	Waktu (jam)			Waktu Selesai Kerusakan - Waktu Akhir Rusak (jam)	Waktu Mulai Kerusakan - Waktu Akhir Rusak (jam)	Hari (jam)	TTF (jam)
		Mulai Kerusakan	Selesai Kerusakan	TTR (jam)				
1	11/02/17	06:27	11:25	4,58				
2	30/03/17	11:20	15:22	4,07	4,05	6,50	209	219,55
3	29/07/17	09:00	14:08	5,08	0,08	4,30	528	532,38
4	12/12/17	10:14	14:29	4,15	1,22	5,44	627	633,66
5	06/03/18	07:53	13:23	5,30	1,01	3,23	385	389,24

Tabel 14 Hasil Perhitungan TTF Kerusakan Komponen Klem

Komponen Klem								
No.	Tanggal	Waktu (jam)			Waktu Selesai Kerusakan - Waktu Akhir Rusak (jam)	Waktu Mulai Kerusakan - Waktu Akhir Rusak (jam)	Hari (jam)	TTF (jam)
		Mulai Kerusakan	Selesai Kerusakan	TTR (jam)				
1	09/05/17	09:11	13:35	4,24				
2	24/08/17	05:25	09:10	3,45	1,55	0,35	462	463,90
3	18/01/18	10:57	15:00	4,03	6,20	6,27	682	694,47
4	07/06/18	07:16	11:30	4,14	0,30	2,46	660	662,76
5	15/12/18	10:50	15:02	4,12	3,30	6,20	847	856,50

Tabel 15 Hasil Perhitungan TTF Kerusakan Komponen Kapasitor

Komponen Kapasitor								
No	Tanggal	Waktu (jam)			Waktu Selesai Rusak - Waktu Akhir Rusak (jam)	Waktu Mulai Kerusakan - Waktu Akhir Rusak (jam)	Hari (jam)	TTF (jam)
		Mulai Kerusakan	Selesai Kerusakan	TTR (jam)				
1	05/05/17	10:29	15:30	5,01				
2	29/11/18	8:38	16:00	7,22	0,00	4,08	2189	2193,8

Tabel 16 Hasil Perhitungan TTF Kerusakan Komponen Motherboard

Komponen Motherboard								
No	Tanggal	Waktu (jam)			Waktu Selesai Rusak - Waktu Akhir Rusak (jam)	Waktu Mulai Kerusakan - Waktu Akhir Rusak (jam)	Hari (jam)	TTF (jam)
		Mulai Kerusakan	Selesai Kerusakan	TTR (jam)				
1	05/02/18	11:45	16:00	4,06				
2	29/11/18	6:33	11:10	4,37	0,00	2,03	726	728,0

- Perhitungan Waktu Reparasi dan Waktu antar Kerusakan yang diurutkan

Tabel 17 Data TTF dan TTR Komponen Kawat Niklin

No.	Waktu Perbaikan (jam)	Selang Waktu Kerusakan (jam)
1	3,00	
2	3,17	359,99
3	3,24	396,50
4	3,44	402,23
5	3,48	476,06
6	3,49	600,25
7	3,51	778,58

Tabel 18 Data TTF dan TTR Komponen Kabel Anaconda

No.	Waktu Reparasi (jam)	Selang Waktu Kerusakan (jam)
1	4,07	
2	4,15	219,55
3	4,58	389,24
4	5,08	532,38
5	5,30	633,66

Tabel 19 Data TTF dan TTR Komponen Klem

No.	Waktu Reparasi (jam)	Selang Waktu Kerusakan (jam)
1	3,45	
2	4,03	463,90
3	4,12	662,76
4	4,14	694,37
5	4,24	856,50

Tabel 20 Data TTF dan TTR Komponen Kapasitor

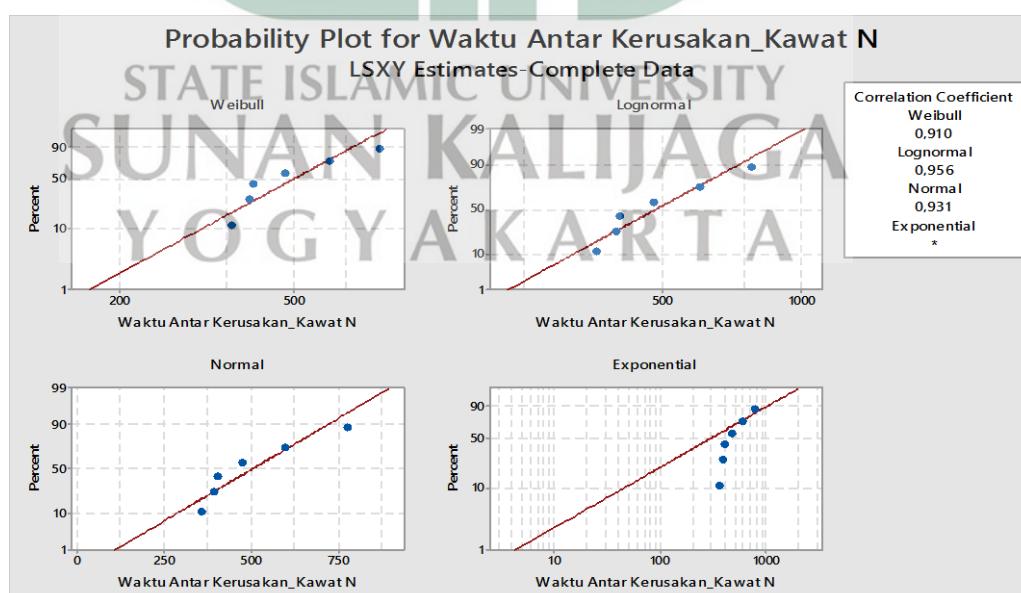
No.	Waktu Reparasi (jam)	Selang Waktu Kerusakan (jam)
1	5,01	
2	7,22	2193,08

Tabel 21 Data TTF dan TTR Komponen Motherboard

No.	Waktu Reparasi (jam)	Selang Waktu Kerusakan (jam)
1	4,06	
2	4,37	728,00

- **Penentuan Distribusi Data Time to Failure TTF**

Adapun penentuan nilai koefisien korelasi dan AD yaitu sebagai berikut:

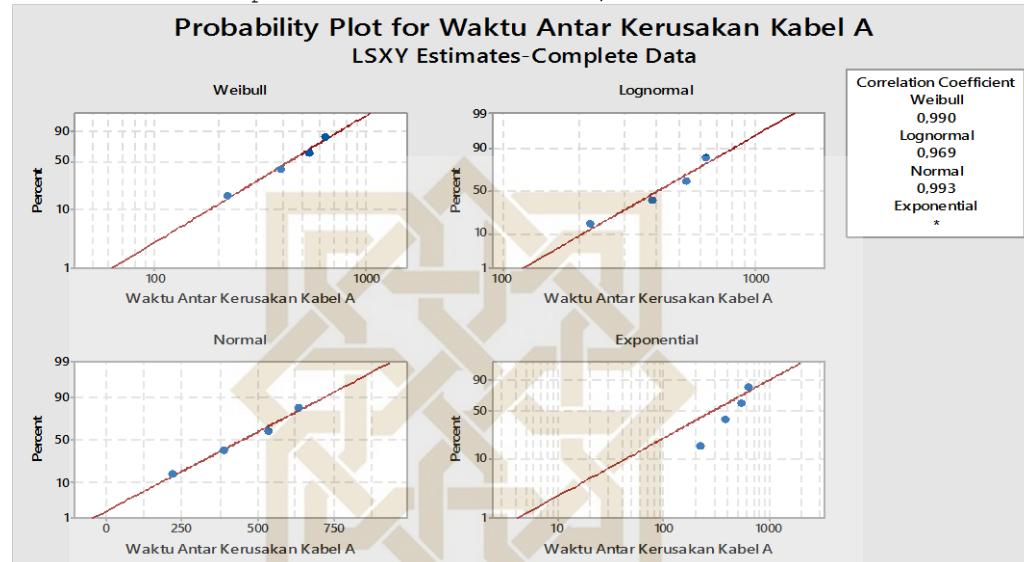


Gambar 5 Plot Waktu Antar Kerusakan Komponen Kawat Niklin

Distribution ID Plot: Waktu Antar Kerusakan Kawat N

Goodness-of-Fit

Anderson-Darling Distribution	Correlation (adj) Coefficient
Weibull	2,512 0,910
Lognormal	2,113 0,956
Normal	2,202 0,931
Exponential	3,742 *

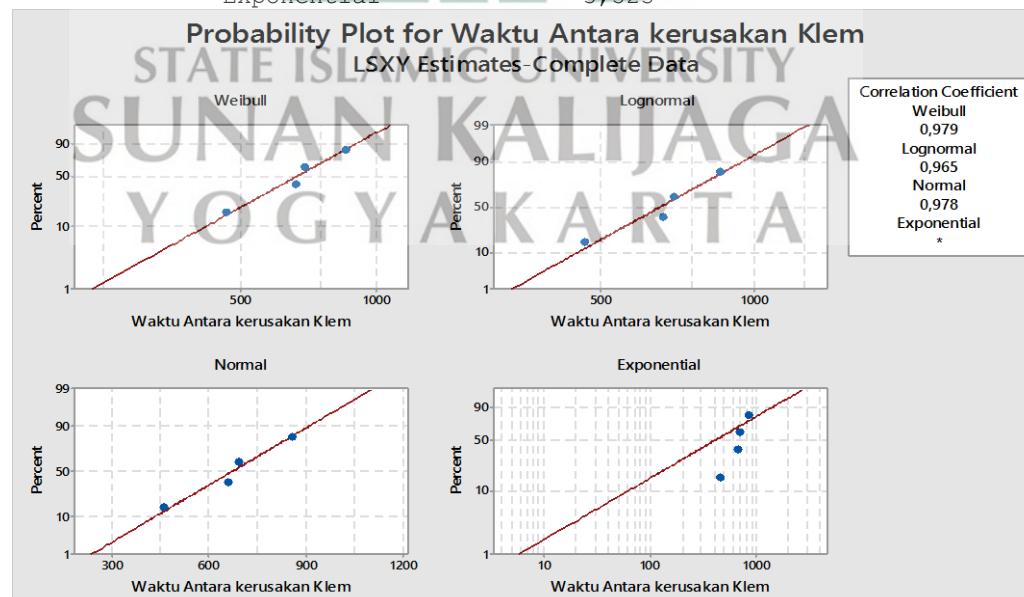


Gambar 6 Plot Waktu Antar Kerusakan Komponen Kabel Anaconda

Distribution ID Plot: Waktu Antar Kerusakan Kabel A

Goodness-of-Fit

Anderson-Darling Distribution	Correlation (adj) Coefficient
Weibull	2,780 0,990
Lognormal	2,837 0,969
Normal	2,775 0,993
Exponential	3,523 *



Gambar 7 Plot Waktu Antar Kerusakan Komponen Klem

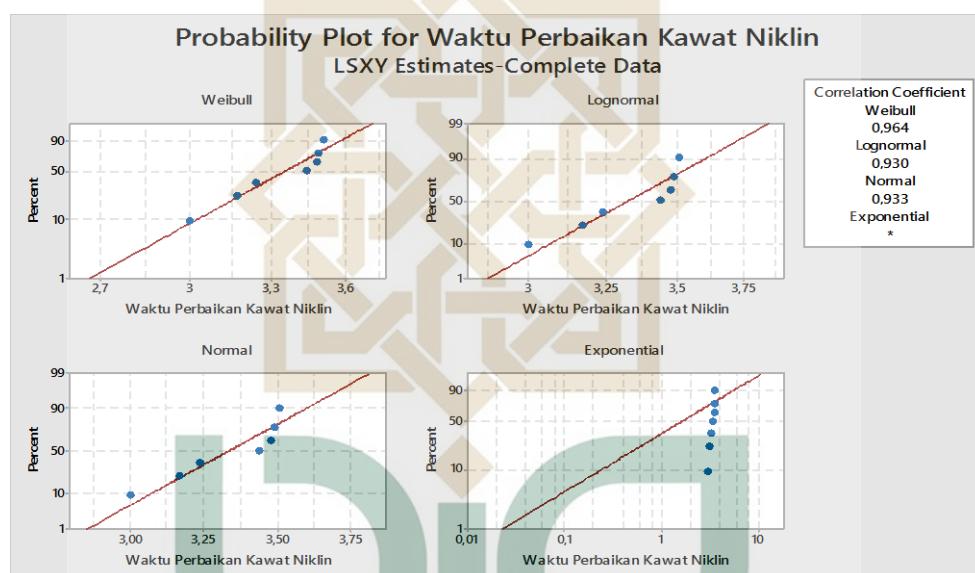
Distribution ID Plot: Waktu Antara kerusakan Klem

Goodness-of-Fit

Anderson-Darling Distribution	Correlation (adj) Coefficient
Weibull	2,815 0,979
Lognormal	2,856 0,965
Normal	2,822 0,978
Exponential	3,988 *

- **Penentuan Distribusi Data Time to Repair TTR**

Adapun penentuan nilai koefisien korelasi dan AD yaitu sebagai berikut:

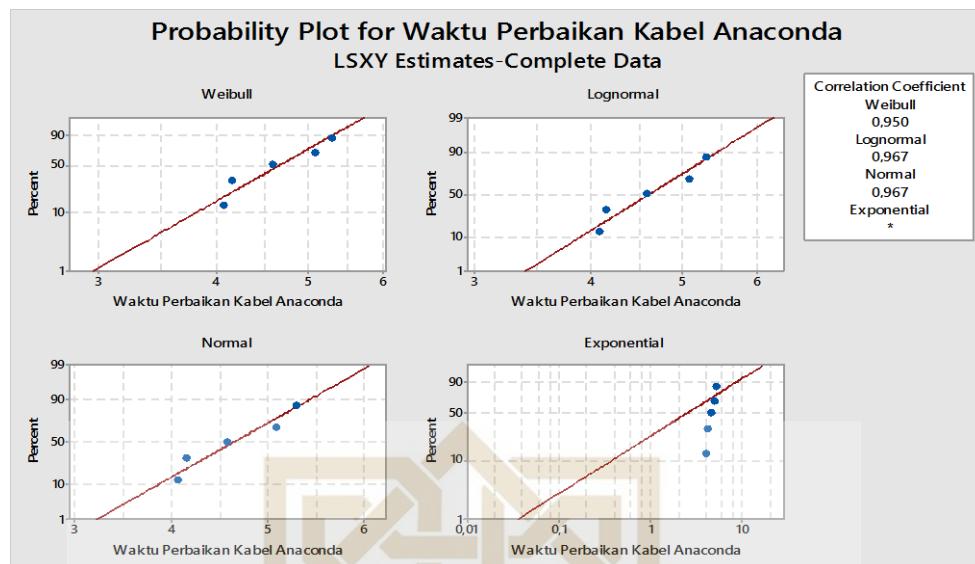


Gambar 8 Plot Waktu Perbaikan Komponen Kawat Niklin

Distribution ID Plot: Waktu Perbaikan Kawat Niklin

Goodness-of-Fit

Anderson-Darling Distribution	Correlation (adj) Coefficient
Weibull	1,980 0,964
Lognormal	2,074 0,930
Normal	2,063 0,933
Exponential	6,046 *

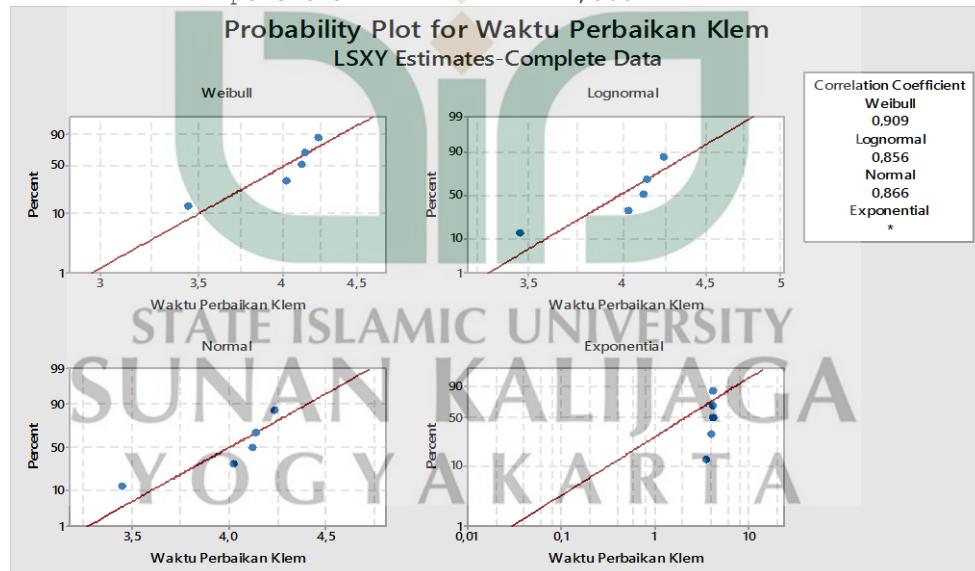


Gambar 9 Plot Waktu Perbaikan Komponen Kabel Anaconda

Distribution ID Plot: Waktu Perbaikan Kabel Anaconda

Goodness-of-Fit

Anderson-Darling Distribution	Correlation (adj) Coefficient
Weibull	2,431 0,950
Lognormal	2,367 0,967
Normal	2,366 0,967
Exponential	4,566 *



Gambar 10 Plot Waktu Perbaikan Komponen Klem

Distribution ID Plot: Waktu Perbaikan Klem

Goodness-of-Fit

Anderson-Darling Distribution	Correlation (adj) Coefficient
Weibull	2,607 0,909
Lognormal	2,806 0,856
Normal	2,766 0,866
Exponential	4,916 *

• Menghitung Parameter Data TTF Komponen Kawat Niklin

Berdasarkan uji *goodness of fit* diperoleh distribusi yang terpilih untuk data komponen kawat niklin yaitu distribusi Lognormal, adapun perhitungan parameter data TTF distribusi Lognormal yaitu sebagai berikut:

- Parameter distribusi Lognormal (t_{med} dan s)

Mencari nilai t_{med}

$$\mu = \sum_{i=1}^n \frac{\ln t_i}{n}$$

$$\mu = \frac{37,0861}{6} = 6,18102$$

$$t_{med} = e^\mu = e^{6,18102} = 2,71828^{6,18102} = 483,48432$$

Mencari nilai s

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\ln t_i - \mu)^2}{n}} \text{ atau } s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\ln t_i - \mu)^2}{n}$$

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n ((6,6575 - 6,1810)^2 + \dots + (5,9827 - 6,1810)^2)}{6} = \frac{0,4342}{6} = 0,0724$$

$$s = \sqrt{0,0724} = 0,2690197$$

Hasil perhitungan parameter distribusi Lognormal data TTF pada komponen SCR diperoleh nilai t_{med} sebesar 483,48432 dan s sebesar 0,2690197.

- **Menghitung Parameter Data TTR Komponen Kawat Niklin**

Berdasarkan uji *goodness of fit* diperoleh distribusi yang terpilih untuk data komponen kawat niklin yaitu distribusi Weibull, adapun perhitungan parameter data TTR distribusi Weibull yaitu seperti berikut:

- Parameter distribusi Weibull (β dan θ)

Mencari nilai $\beta = b$

Mencari nilai b yaitu:

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2]}}$$

$$b = \frac{7 * -3,89792 - ((8,415939) * (-3,55650))}{\sqrt{[7 * 10,1403 - (8,415939)^2]}}$$

$$b = \frac{2,6458658}{0,3927332}$$

$$b = 6,7370569$$

Mencari nilai α yaitu:

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} - b \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\alpha = \frac{-3,55650}{7} - (6,7370569 * (\frac{8,415939}{7}))$$

$$a = -8,6078796$$

Mencari nilai θ yaitu:

$$\theta = e^{-\left(\frac{a}{b}\right)}$$

$$\theta = 2,71828^{-\left(\frac{-8,6078796}{6,7370569}\right)}$$

$$\theta = 3,588343$$

Hasil perhitungan parameter distribusi Weibull data TTR pada komponen klem diperoleh nilai θ sebesar 3,588343.

- **Menghitung Parameter Data TTF Komponen Kabel Anaconda**

Berdasarkan uji *goodness of fit* distribusi yang terpilih untuk komponen kabel Anaconda yaitu distribusi Normal, adapun perhitungan parameter data TTF distribusi Normal yaitu seperti berikut:

- Parameter distribusi Normal (σ dan μ)

Mencari Parameter σ (Standar deviasi)

$$\sigma = 179,9611615$$

Mencari nilai b yaitu:

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2]}}$$

$$b = \frac{4 * 455,621 - ((1774,83) * 0)}{\sqrt{[4 * 884663,44 - (1774,83)^2]}}$$

$$b = \frac{1822,4824}{623,4037468}$$

$$b = 2,923438317$$

Mencari nilai a yaitu:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} - b \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$a = \frac{0}{4} - (2,923438317 * (\frac{1774,83}{4}))$$

$$a = -1297,151507$$

Mencari nilai μ yaitu:

$$\mu = -\frac{a}{b} = -(\frac{-1297,151507}{2,923438317}) = 443,70750$$

Hasil perhitungan parameter distribusi Normal data TTF pada komponen kabel anaconda diperoleh nilai σ sebesar 179,9611615 dan μ sebesar 443,70750.

- **Menghitung Parameter Data TTR Komponen Kabel Anaconda**

Berdasarkan uji *goodness of fit* distribusi yang terpilih untuk komponen kabel Anaconda yaitu distribusi Normal, adapun perhitungan parameter data TTR distribusi Normal yaitu seperti berikut:

- Parameter distribusi Normal (σ dan μ)

Mencari Parameter σ (Standar deviasi)

$$\sigma = 0,547201974$$

Mencari nilai b yaitu:

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2]}}$$

$$b = \frac{5 * 1,8363 - ((23,1800) * (0))}{\sqrt{[5 * 108,6602 - (23,1800)^2]}}$$

$$b = \frac{9,1815}{2,44716162}$$

$$b = 3,75189768$$

Mencari nilai a yaitu:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} - b \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$a = \frac{0}{5} - (3,75189768 * (\frac{23,1800}{5}))$$

$$a = -17,393798$$

Mencari nilai μ yaitu:

$$\mu = -\frac{a}{b} = -(\frac{-17,393798}{3,75189768}) = 4,6360$$

Hasil perhitungan parameter distribusi Normal data TTR pada komponen kabel anaconda diperoleh nilai σ sebesar 0,547201974 dan μ sebesar 4,6360.

- **Menghitung Parameter Data TTF Komponen Klem**

Berdasarkan uji *goodness of fit* distribusi yang terpilih untuk komponen klem yaitu distribusi Weibull, adapun perhitungan parameter data TTF distribusi Weibull yaitu seperti berikut:

- Parameter distribusi Weibull (β dan θ)

Mencari nilai $\beta = b$

Mencari nilai b yaitu:

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2]}}$$

$$b = \frac{4 * -11,636 - ((25,931941) * (-1,9110476))}{\sqrt{[4 * 168,31 - (25,931941)^2]}}$$

$$b = \frac{3,0138431}{0,8819932}$$

$$b = 3,4170818$$

Mencari nilai α yaitu:

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} - b \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\alpha = \frac{-1,9110476}{4} - (3,4170818 * (\frac{25,931941}{4}))$$

$$a = -22,630653$$

Mencari nilai θ yaitu:

$$\theta = e^{-\left(\frac{a}{b}\right)}$$

$$\theta = 2,71828^{-\left(\frac{-22,630653}{3,4170818}\right)}$$

$$\theta = 752,04534$$

Hasil perhitungan parameter distribusi Weibull data TTF pada komponen klem diperoleh nilai θ sebesar 752,04534.

- **Menghitung Parameter Data TTR Komponen Klem**

Berdasarkan uji *goodness of fit* distribusi yang terpilih untuk komponen klem yaitu distribusi Weibull, adapun perhitungan parameter data TTR distribusi Weibull yaitu seperti berikut:

- Parameter distribusi Weibull (β dan θ)

Mencari nilai $\beta = b$

Mencari nilai b yaitu:

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2]}}$$

$$b = \frac{5 * -3,082 - ((6,913253) * (-2,454435))}{\sqrt{[5 * 9,58594 - (6,913253)^2]}}$$

$$b = \frac{1,558139328}{0,369609634}$$

$$b = 4,215635055$$

Mencari nilai α yaitu:

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} - b \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\alpha = \frac{-2,45443}{5} - (4,215635055 * (\frac{6,913253}{5}))$$

$$a = -6,319637168$$

Mencari nilai θ yaitu:

$$\theta = e^{-\left(\frac{a}{b}\right)}$$

$$\theta = 2,71828^{-\left(\frac{-6,319637168}{4,215635055}\right)}$$

$$\theta = 4,477630$$

Hasil perhitungan parameter distribusi Weibull data TTR pada komponen klem diperoleh nilai θ sebesar 4,477630.

➤ Menghitung MTTF dan MTTR Komponen Kawat Niklin

$$MTTF_{\text{lognormal}} = t_{\text{med}} e^{\frac{s^2}{2}}$$

$$MTTF_{\text{Lognormal}} = 483,48432 \times \left(2,71828^{\frac{0,0724}{2}} \right)$$

$$MTTF_{\text{Lognormal}} = 483,48432 \times (1,0368484)$$

$$MTTF_{\text{Lognormal}} = 501,2999608 \text{ jam}$$

$$MTTR_{\text{Weibull}} = \theta \cdot \Gamma(1 + \frac{1}{\beta})$$

$$MTTR_{\text{Weibull}} = 3,588343 \cdot \Gamma(1 + \frac{1}{6,737057})$$

$$MTTR_{\text{Weibull}} = 3,588343 \cdot \Gamma(1,14843)$$

$$MTTR_{\text{Weibull}} = 3,588343 \times 0,93304$$

$$MTTR_{\text{Weibull}} = 3,348067541$$

➤ Menghitung MTTF dan MTTR Komponen Kabel Anaconda

$$MTTF_{\text{Normal}} = \mu$$

$$MTTF_{\text{Normal}} = 443,7075 \text{ jam.}$$

$$MTTR_{\text{Normal}} = \mu$$

$$MTTR_{\text{Normal}} = 4,63600 \text{ jam}$$

➤ Menghitung MTTF dan MTTR Komponen Klem

$$MTTF_{\text{Weibull}} = \theta \cdot \Gamma(1 + \frac{1}{\beta})$$

$$MTTF_{\text{Weibull}} = 757,04534 \cdot \Gamma(1 + \frac{1}{3,41708})$$

$$MTTF_{\text{Weibull}} = 757,04534 \cdot \Gamma(1,2926)$$

$$MTTF_{\text{Weibull}} = 757,04534 \times 0,889$$

$$MTTF_{\text{Weibull}} = 676,118842$$

$$\begin{aligned}
 \text{MTTR}_{\text{Weibull}} &= \theta \cdot \Gamma(1 + \frac{1}{\beta}) \\
 &= 4,477630 \cdot \Gamma(1 + \frac{1}{4,215635}) \\
 &= 4,477630 \cdot \Gamma(1,23721) \\
 &= 4,477630 \times 0,90852 \\
 \text{MTTR}_{\text{Weibull}} &= 4,06802
 \end{aligned}$$

- Menentukan Fungsi Kepadatan Peluang Komponen Kawat Niklin

- Probabilitas kerusakan kabel anaconda yang terdistribusi Normal

$$F(t) = \frac{1}{st\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2s^2}(\ln t - \mu)^2}$$

$$F(479) = \frac{1}{479 \cdot 0,26902 \cdot \sqrt{2 \cdot 3,14}} 2,7182^{-\frac{1}{20,26902^2}(\ln 479 - 6,18102)^2}$$

$$F(479) = 0,003096711 \times 0,99581$$

$$F(479) = 0,003083728.$$

Tabel 22 Nilai Fungsi Kepadatan Peluang Komponen Kawat Niklin

Interval (tp) dalam jam	Probabilitas Kerusakan (F(tp))
470	0,003036236
471	0,003046789
472	0,003056025
473	0,003063941
474	0,003070535
475	0,003075807
476	0,003079758
477	0,003082392
478	0,003083713
479	0,003083728
480	0,003082445
481	0,003079874
482	0,003076027
483	0,003070915
484	0,003064553
485	0,003056957

- **Menentukan Fungsi Kepadatan Peluang Komponen Kabel Anaconda**

Adapun hasil perhitungan yaitu sebagai berikut:

- Probabilitas kerusakan kabel anaconda yang terdistribusi Normal

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}(\frac{t-\mu}{\sigma})^2}, \text{ untuk } -\infty \leq t \leq \infty$$

$$f(444) = \frac{1}{179,96116 \sqrt{(2*3,14)}} 2,71828^{-\frac{1}{2}(\frac{444-443,70750}{179,96116})^2}]$$

$$f(444) = 0,002217386 \times 0,999998679$$

$$f(444) = 0,00221738$$

Tabel 23 Nilai Fungsi Kepadatan Peluang Komponen Kabel Anaconda

Interval (tp) dalam jam	Probabilitas Kerusakan (F(tp))
435	0,00221479
436	0,00221535
437	0,00221585
438	0,00221627
439	0,00221663
440	0,00221692
441	0,00221714
442	0,00221729
443	0,00221737
444	0,00221738
445	0,00221733
446	0,00221721
447	0,00221702
448	0,00221676
449	0,00221643
450	0,00221603
451	0,00221557
452	0,00221503
453	0,00221443
454	0,00221376
455	0,00221303

- **Menentukan Fungsi Kepadatan Peluang Komponen Klem**

Adapun hasil perhitungan yaitu sebagai berikut:

- Probabilitas kerusakan komponen klem yang terdistribusi Normal

$$f(t) = \frac{\beta}{\theta} \left(\frac{t}{\theta}\right)^{\beta-1} e^{[-(\frac{t}{\theta})^{\beta}]}$$

$$f(680) = \frac{3,41708}{752,04534} \left(\frac{680}{752,04534}\right)^{(3,41708-1)} 2,71828^{[-(\frac{680}{752,04534})^{3,41708}]}$$

$$f(680) = 0,00356205 \times 0,492210789$$

$$f(680) = 0,0017532794$$

Tabel 24 Nilai Fungsi Kepadatan Peluang Komponen Klem

Interval (tp) dalam jam	Probabilitas Kerusakan (F(tp))
670	0,0017518467466
671	0,0017521304665
672	0,0017523830519
673	0,0017526044712
674	0,0017527946945
675	0,0017529536934
676	0,0017530814407
677	0,0017531779111
678	0,0017532430805
679	0,0017532769266
680	0,0017532794285
681	0,0017532505668
682	0,0017531903236
683	0,0017530986828
684	0,0017529756294
685	0,0017528211504
686	0,0017526352341
687	0,0017524178704
688	0,0017521690508
689	0,0017518887683
690	0,0017515770175

- Menghitung Waktu Penggantian Pencegahan pada Komponen Kawat Niklin

Adapun hasil perhitungan waktu penggantian pencegahan *age replacement* pada Kawat Niklin yang berdistribusi Lognormal yaitu sebagai berikut:

- $T_f = MTTR = 3,35$ jam
- $T_p = 135$ menit = 2,25 jam
- $t_{med} = 483,484319$ dan $s = 0,26901966$
- $MTTF = 501,299961$

Tabel 25 Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen Kawat Niklin

Interval tp (jam)	$(1/s) * \ln(t/tme)$	$\Phi F(tp)$ (kumulatif)	R(tp)	M(tp)	D(tp)
445	-0,3083	0,3783	0,6217	1325,21	0,0034153
446	-0,3000	0,3821	0,6179	1312,00	0,0034254
447	-0,2917	0,3859	0,6141	1299,01	0,0034356
448	-0,2833	0,3897	0,6103	1286,25	0,0034458
449	-0,2751	0,3897	0,6103	1286,37	0,0034430
450	-0,2668	0,3936	0,6064	1273,69	0,0034535
451	-0,2585	0,3974	0,6026	1261,35	0,0034640
452	-0,2503	0,4013	0,5987	1249,21	0,0034746
453	-0,2421	0,4052	0,5948	1237,27	0,0034852
454	-0,2339	0,4090	0,5910	1225,53	0,0034960
455	-0,2257	0,4090	0,5910	1225,53	0,0034933
456	-0,2176	0,4129	0,5871	1213,99	0,0035042
457	-0,2094	0,4168	0,5832	1202,64	0,0035152
458	-0,2013	0,4207	0,5793	1191,47	0,0035263
459	-0,1932	0,4247	0,5753	1180,49	0,0035375
460	-0,1851	0,4286	0,5714	1169,69	0,0035487

Dimana:

$$F(tp) = \Phi \left(\frac{1}{s} \ln \frac{t}{t_{med}} \right)$$

$$F(451) = \Phi \left(\frac{1}{0,26902} \ln \frac{451}{483,484} \right)$$

$$F(451) = \Phi -0,2585 = 0,397432$$

$$R(tp) = 1 - F(tp)$$

$$R(451) = 1 - \Phi\left(\frac{1}{0,26902} \ln \frac{450}{483,484}\right) = 1 - 0,3974 = 0,6026$$

$$M(tp) = \frac{MTTF}{F(tp)}$$

$$M(451) = \frac{501,29996}{0,3974} = 1261,35$$

$$D(tp) = \frac{Tp * R(tp) + Tf(1 - R(tp))}{(tp + Tp) * R(tp) + (M(tp)) + Tf) * (1 - R(tp))}$$

$$D(451) = \frac{2,25 * 0,6026 + 3,35(1 - 0,6026)}{(451 + 2,25) * 0,6026 + (1261,35) + 3,35) * (1 - 0,6026)} = 0,0034640$$

$$D(tp)_{min} = 0,0034640$$

$$A(tp) = 1 - D(tp)$$

$$= 1 - 0,0034640 = 0,9965360$$

$$T(Age Replacemant) = 451 \text{ jam}$$

- Menghitung Waktu Penggantian Pencegahan Komponen Kabel Anaconda
Adapun hasil perhitungan waktu penggantian pencegahan *age replacement* pada Kabel Anaconda yang berdistribusi Normal yaitu sebagai berikut:

- $Tf = MTTR = 4,64 \text{ jam}$
- $Tp = 195 \text{ menit} = 3,25 \text{ jam}$
- $\sigma = 179,96116$
- $\mu = MTTF = 443,70750$

Tabel 26 Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen Kabel Anaconda

Interval tp (jam)	(tp- μ)/ σ	$\Phi F(tp)$ (kumulatif)	R(tp)	M(tp)	D(tp)
380	-0,3540	0,3632	0,6368	1221,77	0,0054460
381	-0,3485	0,3632	0,6368	1221,77	0,0054410
382	-0,3429	0,3669	0,6331	1209,25	0,0054548
383	-0,3373	0,3669	0,6331	1209,25	0,0054498
384	-0,3318	0,3707	0,6293	1196,94	0,0054639
385	-0,3262	0,3707	0,6293	1196,94	0,0054589
386	-0,3207	0,3745	0,6255	1184,85	0,0054730
387	-0,3151	0,3745	0,6255	1184,85	0,0054681
388	-0,3096	0,3783	0,6217	1172,96	0,0054824
389	-0,3040	0,3821	0,6179	1161,27	0,0054969
390	-0,2984	0,3821	0,6179	1161,27	0,0054920
391	-0,2929	0,3859	0,6141	1149,78	0,0055067
392	-0,2873	0,3859	0,6141	1149,78	0,0055018
393	-0,2818	0,3897	0,6103	1138,47	0,0055166
394	-0,2762	0,3897	0,6103	1138,47	0,0055117
395	-0,2707	0,3936	0,6064	1127,36	0,0055267
396	-0,2651	0,3936	0,6064	1127,36	0,0055218
397	-0,2595	0,3974	0,6026	1116,44	0,0055370
398	-0,2540	0,4013	0,5987	1105,69	0,0055523
399	-0,2484	0,4013	0,5987	1105,69	0,0055475
400	-0,2429	0,4052	0,5948	1095,13	0,0055630

Dimana

$$F(tp) = \Phi\left(\frac{tp - \mu}{\sigma}\right)$$

$$F(397) = \Phi\left(\frac{397 - 443,7075}{179,96116}\right)$$

$$F(397) = \Phi(-0,2595) = 0,3974$$

$$R(tp) = 1 - F(tp)$$

$$R(397) = 1 - \Phi\left(\frac{397 - 443,7075}{179,96116}\right) = 1 - 0,3974 = 0,6026$$

$$M(tp) = \frac{\text{MTTF}}{F(tp)}$$

$$M(397) = \frac{443,7075}{0,3974} = 1116,44$$

$$D(tp) = \frac{Tp * R(tp) + Tf(1 - R(tp))}{(tp + Tp) * R(tp) + (M(tp)) + Tf * (1 - R(tp))}$$

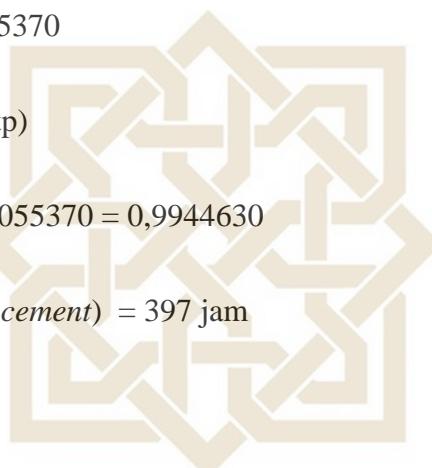
$$D(397) = \frac{3,25 * 0,6026 + 3,25(1 - 0,6026)}{(397 + 3,25) * 0,6026 + (1116,44) + 4,64 * (1 - 0,6026)} = 0,0055370$$

$$D(tp) = 0,0055370$$

$$A(tp) = 1 - D(tp)$$

$$= 1 - 0,0055370 = 0,9944630$$

$$T(Age Replacemnt) = 397 \text{ jam}$$



- **Menghitung Waktu Penggantian Pencegahan pada Komponen Klem**

Adapun hasil perhitungan waktu penggantian pencegahan *age replacement* pada Klem yang berdistribusi Weibull yaitu sebagai berikut:

- $T_f = MTTR = 4,07 \text{ jam}$ dan $MTTF = 676,1188422$
- $T_p = 175 \text{ menit} = 2,92 \text{ jam}$
- $\beta = 3,417081796$
- $\theta = 752,0453397$

Tabel 27 Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen Klem

Interval tp (jam)	$\Phi F(tp)$ (kumulatif)	R(tp)	M(tp)	D(tp)
604	0,376740	0,62326	1794,66	0,00317566
605	0,378408	0,62159	1786,75	0,00317864
606	0,380078	0,61992	1778,89	0,00318163
607	0,381751	0,61825	1771,10	0,00318464
608	0,383426	0,61657	1763,36	0,00318767
609	0,385102	0,61490	1755,69	0,00319071

610	0,386781	0,61322	1748,07	0,00319378
611	0,388462	0,61154	1740,50	0,00319687
612	0,390145	0,60986	1732,99	0,00319997
613	0,391830	0,60817	1725,54	0,00320309
614	0,393517	0,60648	1718,14	0,00320623
615	0,395206	0,60479	1710,80	0,00320939
616	0,396896	0,60310	1703,51	0,00321257
617	0,398589	0,60141	1696,28	0,00321576
618	0,400284	0,59972	1689,10	0,00321898
619	0,401980	0,59802	1681,97	0,00322221
620	0,403678	0,59632	1674,90	0,00322546

$$F(tp) = \Phi\left(\frac{tp - \mu}{\sigma}\right)$$

$$F(628) = \Phi\left(\frac{628 - 669,38250}{161,1461544}\right)$$

$$F(628) = \Phi(-0,2568) = 0,397432$$

$$R(tp) = 1 - F(tp)$$

$$R(628) = 1 - \Phi\left(\frac{628 - 669,38250}{161,14615}\right) = 1 - 0,397432 = 0,60257$$

$$M(tp) = \frac{MTTF}{F(tp)}$$

$$M(628) = \frac{669,38250}{0,39743} = 1684,27$$

$$D(tp) = \frac{Tp * R(tp) + Tf(1 - R(tp))}{(tp + Tp) * R(tp) + (M(tp)) + Tf) * (1 - R(tp))}$$

$$D(628) = \frac{2,920,60257 + 4,07(1 - 0,60257)}{(627 + 2,92) * 0,60257 + (1684,27) + 4,07) * (1 - 0,60257)} = 0,00321265$$

$$A(tp) = 1 - D(tp)\min = 1 - 0,00321265 = 0,9967874$$

$$T(Age Replacement) = 628 \text{ jam}$$

➤ Perhitungan Waktu Pemeriksaan Optimal Komponen Kawat Niklin

Perhitungan waktu pemeriksaan optimal pada komponen kawat niklin berdasarkan waktu produksi yang ada dapat diketahui yaitu sebagai berikut:

1. Rata-rata Jam Kerja Produksi

Hari kerja produksi perbulan adalah 12 hari

Jam kerja produksi perhari adalah 11 jam

Jumlah jam kerja perbulan saat produksi = $12 \times 11 = 138$ jam/bulan

2. Jumlah Kerusakan

Jumlah kerusakan komponen kawat niklin selama 2 tahun = 7 kali

3. Rata-rata kerusakan (k)

$$k = \frac{\text{Jumlah kerusakan selama 2 tahun}}{24 \text{ bulan}}$$

$$k = \frac{7}{24} = 0,291667 \text{ kerusakan}$$

4. Rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk melakukan perbaikan (μ)

MTTR = 3,35 jam

Jam kerja perbulan (t) = 138 jam/bulan

$$\frac{1}{\mu} = \frac{MTTR}{\text{jam kerja perbulan}} = \frac{3,35}{138} = 0,024261359$$

$$\mu = \frac{1}{\frac{1}{\mu}} = \frac{1}{0,024261359} = 41,21780648$$

5. Waktu rata-rata melakukan Pemeriksaan (i)

Rata-rata 1 kali pemeriksaan (ti) = 90 menit = 1,50 jam

$$\frac{1}{i} = \frac{\text{Rata-rata 1 kali pemeriksaan (ti)}}{\text{jam kerja perbulan (t)}}$$

$$\frac{1}{i} = \frac{1,50}{138} = 0,010869565$$

$$i = \frac{1}{\frac{1}{i}} = \frac{1}{0,010869565} = 92 \text{ jam}$$

6. Perhitungan frekuensi (n) dan interval waktu pemeriksaan (ti)

$$n = \sqrt{\frac{k \times i}{\mu}}$$

$$n = \sqrt{\frac{0,29167 \times 92}{41,21780648}} = 0,806853849 \text{ pemeriksaan perbulan}$$

ti = interval waktu pemeriksaan

$$ti = \frac{jam kerja perbulan (t)}{n}$$

$$ti = \frac{138}{0,806853849} = 171,0346926 \text{ jam}$$

Interval waktu pemeriksaan yaitu 171,0346926 atau setiap 15 hari produksi

7. Perhitungan nilai *downtime* (D)

$$D(n) = \frac{k}{n \times \mu} + \frac{n}{i}$$

$$D(n) = \frac{0,29167}{0,806853849 \times 41,21780648} + \frac{0,806853849}{92}$$

$$D(n) = 0,017540301$$

8. Perhitungan *availability* (A)

$$A(tp) = 1 - D(tp)$$

$$A(tp) = 1 - 0,017540301$$

$$A(tp) = 0,982459699$$

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

➤ Perhitungan Waktu Pemeriksaan Optimal Komponen Kabel Anaconda

Perhitungan waktu pemeriksaan optimal pada komponen kabel anaconda berdasarkan waktu produksi dapat diketahui yaitu sebagai berikut:

1. Rata-rata Jam Kerja Produksi

Hari kerja produksi perbulan adalah 12 hari

Jam kerja produksi perhari adalah 11 jam

Jumlah jam kerja perbulan saat produksi = $12 \times 11 = 138$ jam/bulan

2. Jumlah Kerusakan

Jumlah kerusakan komponen kawat niklin selama 2 tahun = 5 kali

3. Rata-rata kerusakan (k)

$$k = \frac{\text{Jumlah kerusakan selama 2 tahun}}{24 \text{ bulan}}$$

$$k = \frac{5}{24} = 0,208333 \text{ kerusakan}$$

4. Rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk melakukan perbaikan (μ)

MTTR = 4,64 jam

Jam kerja perbulan (t) = 138 jam/bulan

$$\frac{1}{\mu} = \frac{MTTR}{\text{jam kerja perbulan}} = \frac{4,64}{138} = 0,033594203$$

$$\mu = \frac{1}{\frac{1}{\mu}} = \frac{1}{0,033594203} = 29,7670406 \text{ jam}$$

5. Waktu rata-rata melakukan Pemeriksaan (i)

Rata-rata 1 kali pemeriksaan (ti) = 120 menit = 2 jam

$$\frac{1}{i} = \frac{\text{Rata-rata 1 kali pemeriksaan (ti)}}{\text{jam kerja perbulan (t)}}$$

$$\frac{1}{i} = \frac{2}{138} = 0,01449275$$

$$i = \frac{1}{\frac{1}{\mu}} = \frac{1}{0,01449275} = 69 \text{ jam}$$

6. Perhitungan frekuensi (n) dan interval waktu pemeriksaan (ti)

$$n = \sqrt{\frac{k \times i}{\mu}}$$

$$n = \sqrt{\frac{0,208333 \times 69}{29,7670406}} = 0,694922058 \text{ pemeriksaan perbulan}$$

ti = interval waktu pemeriksaan

$$ti = \frac{\text{jam kerja perbulan (t)}}{n}$$

$$ti = \frac{138}{0,694922058} = 198,583422 \text{ jam}$$

Interval waktu pemeriksaan yaitu 198,583422 atau setiap 18 hari produksi

7. Perhitungan nilai *downtime* (D)

$$D(n) = \frac{k}{n \times \mu} + \frac{n}{i}$$

$$D(n) = \frac{0,208333}{0,694922058 \times 29,7670406} + \frac{0,694922058}{69}$$

$$D(n) = 0,020142668$$

8. Perhitungan *availability* (A)

$$A(tp) = 1 - D(tp)$$

$$A(tp) = 1 - 0,020142668$$

SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

➤ Perhitungan Waktu Pemeriksaan Optimal Komponen Klem

Perhitungan waktu pemeriksaan optimal pada komponen klem berdasarkan waktu produksi dapat diketahui yaitu sebagai berikut:

1. Rata-rata Jam Kerja Produksi

Hari kerja produksi perbulan adalah 12 hari

Jam kerja produksi perhari adalah 11 jam

Jumlah jam kerja perbulan saat produksi = $12 \times 11 = 138$ jam/bulan

2. Jumlah Kerusakan

Jumlah kerusakan komponen kawat niklin selama 2 tahun = 5 kali

3. Rata-rata kerusakan (k)

$$k = \frac{\text{Jumlah kerusakan selama 2 tahun}}{24 \text{ bulan}}$$

$$k = \frac{5}{24} = 0,2083333 \text{ kerusakan}$$

4. Rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk melakukan perbaikan (μ)

MTTR = 4,07 jam

Jam kerja perbulan (t) = 138 jam/bulan

$$\frac{1}{\mu} = \frac{MTTR}{\text{jam kerja perbulan}} = \frac{4,07}{138} = 0,0294784$$

$$\mu = \frac{1}{\frac{1}{\mu}} = \frac{1}{0,0294784} = 33,9231657 \text{ jam}$$

5. Waktu rata-rata melakukan Pemeriksaan (i)

Rata-rata 1 kali pemeriksaan (ti) = 30 menit = 0,50 jam

$$\frac{1}{i} = \frac{\text{Rata-rata 1 kali pemeriksaan (ti)}}{\text{jam kerja perbulan (t)}}$$

$$\frac{1}{i} = \frac{0,50}{138} = 0,003623188$$

$$i = \frac{1}{\frac{1}{i}} = \frac{1}{0,0036232} = 276 \text{ jam}$$

6. Perhitungan frekuensi (n) dan interval waktu pemeriksaan (ti)

$$n = \sqrt{\frac{k \times i}{\mu}}$$

$$n = \sqrt{\frac{0,2083333 \times 276}{33,9231657}} = 1,301924308 \text{ pemeriksaan perbulan}$$

ti = interval waktu pemeriksaan

$$ti = \frac{\text{jam kerja perbulan (t)}}{n}$$

$$ti = \frac{138}{1,301924308} = 105,996946 \text{ jam}$$

Interval waktu pemeriksaan yaitu 105,996946 atau setiap 10 hari produksi

7. Perhitungan nilai *downtime* (D)

$$D(n) = \frac{k}{n \times \mu} + \frac{n}{i}$$

$$D(n) = \frac{0,208333}{1,301924308 \times 33,9231657} + \frac{1,301924308}{276}$$

$$D(n) = 0,009434234$$

8. Perhitungan *availability* (A)

$$A(tp) = 1 - D(tp)$$

$$A(tp) = 1 - 0,009434234$$

$$A(tp) = 0,990565766$$

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

- **Perhitungan Biaya Corrective dan Preventive Maintenance**

- 1) Komponen Kawat Niklin

Penentuan biaya siklus *failure* (Cf) dan siklus *preventive* (Cp)

$$T_f = 200 \text{ menit} = 3,35 \text{ jam}$$

$$T_p = 135 \text{ menit} = 2,25 \text{ jam}$$

$$C_f = \text{Biaya komponen} + ((\text{Biaya Tenaga Teknisi} + \text{Biaya kerugian produksi}) \times T_f)$$

$$= Rp. 150.000 + ((Rp. 21.488 + Rp. 6.500.000) \times 3,35)$$

$$= Rp. 21.996.984,8$$

$$C_p = \text{Biaya komponen} + ((\text{Biaya Tenaga Teknisi} + \text{Biaya kerugian produksi}) \times T_p)$$

$$= Rp. 150.000 + ((Rp. 21.488 + Rp. 6.500.000) \times 2,25)$$

$$= Rp. 14.823.348$$

Penentuan biaya *preventive* dan *corrective maintenance*.

a) Biaya *corrective maintenance*

$$K_f = \frac{\text{jumlah frekuensi kerusakan}}{\text{jumlah bulan}} = \frac{7}{24} = 0,291667$$

$$TC(tp) = C_f \times K_f$$

$$= Rp. 21.996.984,8 \times 0,291667$$

$$= Rp. 6.415.787,233/\text{bulan}$$

b) Biaya *preventive maintenance*

$$\text{Age Replacement (T)} = 451 \text{ jam}$$

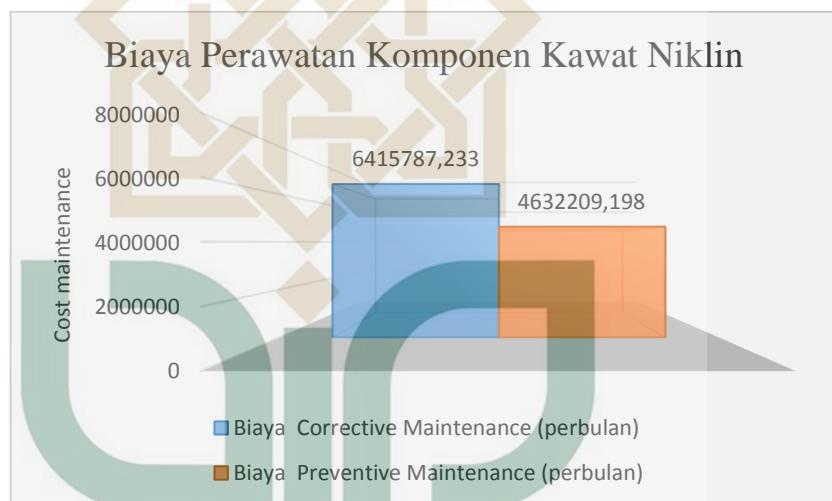
$$C_p = Rp. 14.823.348$$

$$R(tp) = 0,602568$$

$$M(tp) = 1261,35$$

$$\begin{aligned}
 TC(tp) &= \frac{(14.823.348 \times 0,602568) + (21.996.984,8 \times (1-0,602568))}{((0,602568) + ((1261,35 \times (1-0,602568))))} \\
 &= \frac{Rp\ 17.674.380,82}{Rp.501,9025288} = Rp.\ 35.214,76742/jam \\
 &= 35.214,76742 \times 451 \times 0,291667 \\
 &= Rp.\ 4.632.209,198
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai *preventive maintenance* dengan waktu penggantian komponen pada saat $tp=451$, maka diperoleh nilai penghematan biaya sebesar Rp. 1.783.578,036 atau 28% bila dibandingkan dengan *corrective maintenance*.



Gambar 11 Perbandingan Biaya Perawatan Komponen Kawat Niklin

- STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
- 2) Komponen Kabel Anaconda
- Penentuan biaya siklus *failure* (C_f) dan siklus *preventive* (C_p)
- $T_f = 280$ menit = 4,64 jam
- $T_p = 195$ menit = 3,25 jam
- $C_f = \text{Biaya komponen} + (\text{Biaya Tenaga Teknisi} + \text{Biaya kerugian produksi}) \times T_f.$
- $$\begin{aligned}
 &= Rp.3.500.000 + ((Rp.\ 21.488 + Rp.\ 6.500.000) \times 4,64) \\
 &= Rp.\ 33.759.704,32
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Cp &= \text{Biaya komponen} + ((\text{Biaya Tenaga Teknisi} + \text{Biaya kerugian produksi}) \times Tp) \\
 &= \text{Rp. } 3.500.000 + ((\text{Rp. } 21.488 + \text{Rp. } 6.500.000) \times 3,25) \\
 &= \text{Rp. } 24.694.836
 \end{aligned}$$

Penentuan biaya *preventive* dan *corrective maintenance*.

a) Biaya *corrective maintenance*

$$Kf = \frac{\text{jumlah frekuensi kerusakan}}{\text{jumlah bulan}} = \frac{5}{24} = 0,208333$$

$$\begin{aligned}
 TC(tp) &= Cf \times Kf = \text{Rp. } 33.759.704,32 \times 0,208333 \\
 &= \text{Rp. } 7.033.271,733/\text{bulan}
 \end{aligned}$$

b) Biaya *preventive maintenance*

$$\text{Age Replacement (T)} = 397 \text{ jam}$$

$$Cp = \text{Rp. } 24.694.836$$

$$R(tp) = 0,602568$$

$$M(tp) = 1116,44$$

$$TC(tp) =$$

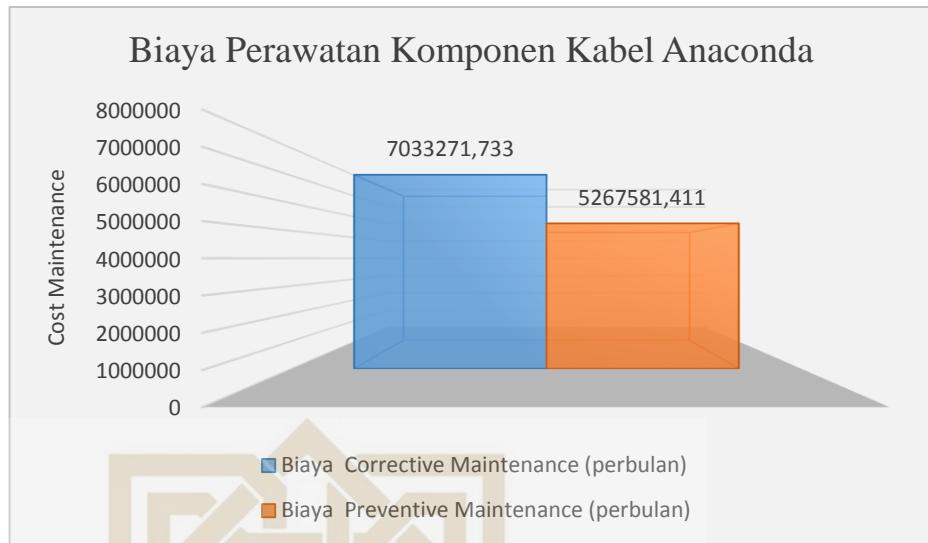
$$\frac{((24.694.836 \times 0,602568) + (33.759.704,32 \times (1 - 0,602568)))}{((0,602568) + ((1116,44 \times (1 - 0,602568))))$$

$$= \frac{\text{Rp. } 28.297.504,75}{\text{Rp. } 444.310068} = \text{Rp. } 63.688,64175/\text{jam}$$

$$= 63.688,64175 \times 397 \times 0,208333$$

$$= \text{Rp. } 5.267.581,411$$

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai *preventive maintenance* dengan waktu penggantian komponen pada saat $Tp = 397$, maka diperoleh nilai penghematan biaya sebesar Rp. 1.765.690,322 atau 25% bila dibandingkan dengan *corrective maintenance*.



Gambar 12 Perbandingan Biaya Perawatan Komponen Kabel Anaconda

3) Komponen Klem

Penentuan biaya siklus *failure* (Cf) dan siklus *preventive* (Cp)

$$T_f = 245 \text{ menit} = 4,07 \text{ jam}$$

$$T_p = 175 \text{ menit} = 2,92 \text{ jam}$$

Cf = Biaya komponen + ((Biaya Tenaga Teknisi + Biaya kerugian produksi) x Tf.

$$= Rp. 100.000 + ((Rp. 21.488 + Rp. 6.500.000) \times 4,07)$$

$$= Rp. 26.642.456,16$$

Cp = Biaya komponen + ((Biaya Tenaga Teknisi + Biaya kerugian produksi) x Tp.

$$= Rp. 100.000 + ((Rp. 21.488 + Rp. 6.500.000) \times 2,92)$$

$$= Rp. 19.121.006,67$$

Penentuan biaya *preventive* dan *corrective maiintenance*.

a) Biaya *corrective maintenance*

$$K_f = \frac{\text{jumlah frekuensi kerusakan}}{\text{jumlah bulan}} = \frac{5}{24} = 0,208333$$

$$TC(tp) = Cf \times K_f$$

$$= \text{Rp. } 26.642.456,16 \times 0,208333$$

$$= \text{Rp. } 5.550.511,7/\text{bulan}$$

b) Biaya *preventive maintenance*

$$\text{Age Replacement (T)} = 617 \text{ jam}$$

$$C_p = \text{Rp. } 19.121.006,67$$

$$R(tp) = 0,60141$$

$$M(tp) = 1696,28$$

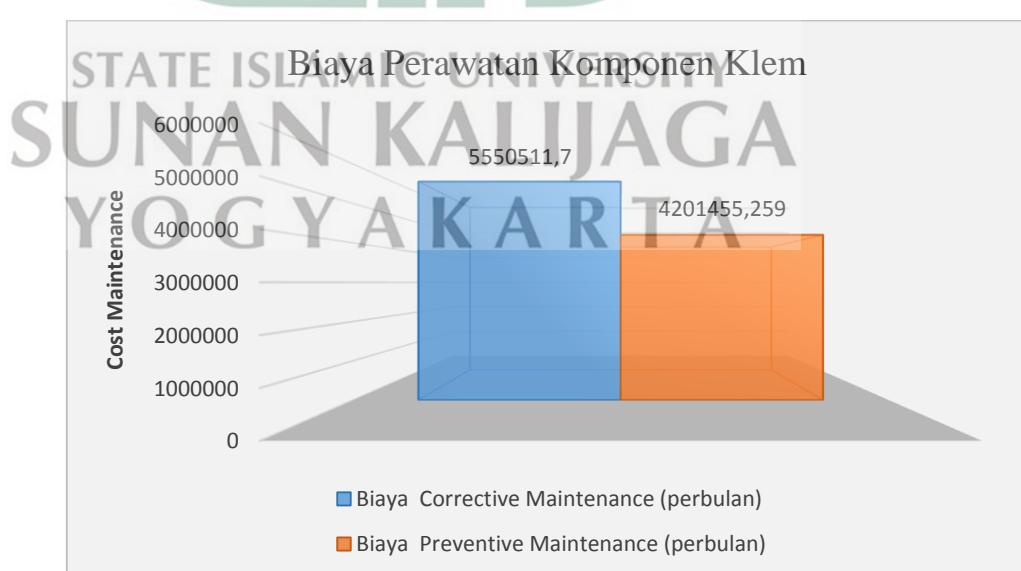
$$TC(tp) = \frac{(19.121.006,67 \times 0,60141) + (26.642.456,16 \times (1 - 0,60141))}{(0,60141) + ((1696,28 \times (1 - 0,60141)))}$$

$$= \frac{\text{Rp. } 22.118.974,65}{\text{Rp. } 676,7202531} = \text{Rp. } 32.685.55145/\text{jam}$$

$$= 32.685.55145 \times 617 \times 0,208333$$

$$= \text{Rp. } 4.201.455,259$$

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai *preventive maintenance* dengan waktu penggantian komponen pada saat $tp = 617$, maka diperoleh nilai penghematan biaya sebesar Rp. 1.349.056,441 atau 24% bila dibandingkan dengan *corrective maintenance*.



Gambar 13 Perbandingan Biaya Perawatan Komponen Klem

Lampiran 4. Kerugian Akibat *Downtime*

Diketahui:

- Produksi yang diperoleh per tuangan = 500 kg/jam
- Produksi yang diperoleh per hari = 9 kali tuangan.
- Jam kerja mesin = 11 jam
- Jam kerja mesin tanpa mengalami *downtime* selama 2 tahun = 3024 jam
- Waktu kerja mesin = 3 kali dalam seminggu
- *Downtime* selama 2 tahun = 143 jam atau 13 hari mesin tidak produksi.
- HPP produk *Brakewhell* = Rp. 13.000/kg
- Harga jual *Brakewhell* = Rp. 14.493/kg

Dimana:

- *Downtime* yang terjadi selama 2 tahun
= $(143/3024) \times 100\% = 4,73\%$
- Banyaknya kehilangan hari produksi akibat terjadinya *downtime* pada mesin
= $143/ 11 = 13$ hari produksi
- Produksi yang tidak tercapai atau kerugian akibat *downtime*
= $9 \times 13 = 117$ tuangan
= $117 \times 500 = 58.500$ kg
- Besarnya kerugian yang tidak dapat diproduksi akibat terjadinya *downtime*
= $1.493 \times 4500 = \text{Rp. } 6.718.500$ kg/hari
= $1.493 \times 58.500 = \text{Rp. } 87.340.500$ kg/13hari
Besar kerugian yang diterima perusahaan karena kehilangan laba akibat terjadinya *downtime* bila dikalkulasikan dalam hari adalah 13 hari atau sebesar Rp. 87.340.500 kg/13hari.

Produk *Brakewhell* merupakan produk yang sering diproduksi di perusahaan sehingga diambil produk tersebut untuk menentukan biaya kehilangan produksi. HPP (Harga Pokok Produksi) adalah penentuan harga pokok produksi yang dilakukan sebelum perusahaan menentukan harga jual dari suatu produk atau harga yang belum ditambahkan dengan keuntungan yang diperoleh.

Lampiran 5. Tabel Standar Distribusi (Z) dan Tabel Gamma

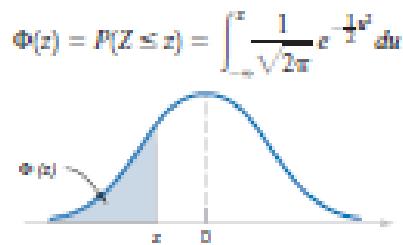


Table II Cumulative Standard Normal Distribution

<i>z</i>	-0.09	-0.08	-0.07	-0.06	-0.05	-0.04	-0.03	-0.02	-0.01	-0.00
-3.9	0.000033	0.000034	0.000036	0.000037	0.000039	0.000041	0.000042	0.000044	0.000046	0.000048
-3.8	0.000030	0.000032	0.000034	0.000037	0.000039	0.000042	0.000044	0.000047	0.000049	0.000072
-3.7	0.000025	0.000028	0.000032	0.000033	0.000038	0.000042	0.000046	0.000100	0.000104	0.000108
-3.6	0.000112	0.000117	0.000121	0.000126	0.000131	0.000136	0.000142	0.000147	0.000153	0.000159
-3.5	0.000163	0.000172	0.000179	0.000185	0.000193	0.000200	0.000208	0.000216	0.000224	0.000233
-3.4	0.000242	0.000251	0.000260	0.000270	0.000280	0.000291	0.000302	0.000313	0.000325	0.000337
-3.3	0.000350	0.000362	0.000376	0.000390	0.000404	0.000419	0.000434	0.000450	0.000467	0.000483
-3.2	0.000501	0.000519	0.000538	0.000557	0.000577	0.000598	0.000619	0.000641	0.000664	0.000687
-3.1	0.000711	0.000736	0.000762	0.000789	0.000816	0.000843	0.000874	0.000904	0.000933	0.000968
-3.0	0.001001	0.001035	0.001070	0.001107	0.001144	0.001183	0.001223	0.001264	0.001306	0.001350
-2.9	0.001395	0.001441	0.001489	0.001538	0.001589	0.001641	0.001695	0.001750	0.001807	0.001866
-2.8	0.001926	0.001988	0.002052	0.002118	0.002186	0.002256	0.002327	0.002401	0.002477	0.002555
-2.7	0.002635	0.002718	0.002803	0.002890	0.002980	0.003072	0.003167	0.003264	0.003364	0.003467
-2.6	0.003573	0.003681	0.003793	0.003907	0.004025	0.004143	0.004269	0.004396	0.004527	0.004661
-2.5	0.004799	0.004940	0.005083	0.005234	0.005386	0.005543	0.005703	0.005868	0.006037	0.006210
-2.4	0.006387	0.006569	0.006756	0.006947	0.007143	0.007344	0.007549	0.007760	0.007976	0.008198
-2.3	0.008424	0.008636	0.008894	0.009137	0.009387	0.009642	0.009903	0.010170	0.010444	0.010724
-2.2	0.011011	0.011304	0.011604	0.011911	0.012234	0.012545	0.012874	0.013209	0.013553	0.013903
-2.1	0.014262	0.014629	0.015003	0.015386	0.015778	0.016177	0.016586	0.017003	0.017429	0.017864
-2.0	0.018309	0.018763	0.019226	0.019699	0.020182	0.020675	0.021178	0.021692	0.022216	0.022750
-1.9	0.023295	0.023832	0.024419	0.024998	0.025588	0.026190	0.026803	0.027429	0.028067	0.028717
-1.8	0.029379	0.030054	0.030742	0.031443	0.032157	0.032884	0.033625	0.034379	0.035148	0.035930
-1.7	0.036727	0.037538	0.038364	0.039204	0.040039	0.040929	0.041815	0.042716	0.043633	0.044565
-1.6	0.043514	0.046479	0.047460	0.048457	0.049471	0.050503	0.051551	0.052616	0.053699	0.054799
-1.5	0.053917	0.057053	0.058208	0.059380	0.060571	0.061780	0.063008	0.064256	0.065522	0.066807
-1.4	0.068112	0.068437	0.070781	0.072145	0.073529	0.074914	0.076339	0.077804	0.079270	0.080737
-1.3	0.082264	0.083793	0.085343	0.086919	0.088508	0.090123	0.091759	0.093418	0.095088	0.096801
-1.2	0.098525	0.100273	0.102042	0.103835	0.105630	0.107488	0.109349	0.111233	0.113140	0.115070
-1.1	0.117028	0.119000	0.121001	0.123024	0.125073	0.127143	0.129238	0.131337	0.133500	0.135666
-1.0	0.137887	0.140071	0.142310	0.144572	0.146859	0.149170	0.151505	0.153864	0.156248	0.158635
-0.9	0.161087	0.163543	0.166023	0.168328	0.171056	0.173609	0.176185	0.178786	0.181411	0.184060
-0.8	0.186733	0.189430	0.192150	0.194894	0.197662	0.200454	0.203269	0.206108	0.208970	0.211835
-0.7	0.214764	0.217693	0.220650	0.223627	0.226627	0.229630	0.232695	0.235762	0.238832	0.241964
-0.6	0.245097	0.248252	0.251429	0.254627	0.257846	0.261086	0.264347	0.267629	0.270931	0.274253
-0.5	0.277595	0.280957	0.284339	0.287740	0.291160	0.294599	0.298056	0.301532	0.305026	0.308538
-0.4	0.312067	0.315614	0.319178	0.322758	0.326355	0.329969	0.333598	0.337243	0.340903	0.344578
-0.3	0.348268	0.351973	0.355601	0.359424	0.363169	0.366928	0.370700	0.374484	0.378281	0.382089
-0.2	0.383908	0.389739	0.393580	0.397432	0.401294	0.405163	0.409046	0.412936	0.416834	0.420740
-0.1	0.424633	0.428576	0.432505	0.436441	0.440382	0.444330	0.448283	0.452242	0.456205	0.460172
0.0	0.464144	0.468119	0.472097	0.476078	0.480061	0.484047	0.488033	0.492022	0.496011	0.500000

Gambar 14 Tabel Distribusi Normal (Z)

Sumber: Montgomery (2003. Hlm. 653)

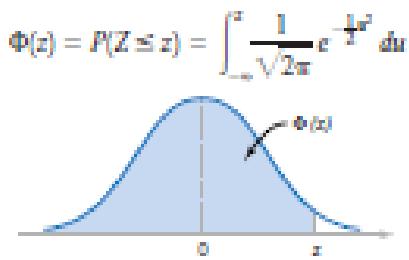


Table II Cumulative Standard Normal Distribution (continued)

<i>z</i>	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.500000	0.503989	0.507978	0.511967	0.515953	0.519939	0.523922	0.527903	0.531881	0.535856
0.1	0.539828	0.543795	0.547758	0.551717	0.555676	0.559618	0.563559	0.567495	0.571424	0.575345
0.2	0.579260	0.583166	0.587064	0.590954	0.594833	0.598706	0.602568	0.606420	0.610261	0.614092
0.3	0.617911	0.621719	0.625516	0.629300	0.633072	0.636831	0.640576	0.644309	0.648027	0.651732
0.4	0.655422	0.659097	0.662757	0.666402	0.670031	0.673645	0.677242	0.680822	0.684386	0.687933
0.5	0.691462	0.694974	0.698468	0.701944	0.705401	0.708840	0.712260	0.715661	0.719043	0.722405
0.6	0.725747	0.729069	0.732371	0.735653	0.738914	0.742154	0.745373	0.748571	0.751748	0.754903
0.7	0.758036	0.761148	0.764238	0.767305	0.770350	0.773373	0.776373	0.779350	0.782305	0.785236
0.8	0.788145	0.791030	0.793892	0.796731	0.799546	0.802338	0.805106	0.807850	0.810570	0.813267
0.9	0.815940	0.818389	0.821214	0.823815	0.826391	0.828944	0.831472	0.833977	0.836457	0.838813
1.0	0.841345	0.843752	0.846136	0.848495	0.850830	0.853141	0.855428	0.857690	0.859929	0.862143
1.1	0.864334	0.866300	0.868643	0.870762	0.872837	0.874928	0.876976	0.878999	0.881000	0.882977
1.2	0.884930	0.886860	0.888767	0.890651	0.892512	0.894330	0.896163	0.897958	0.899727	0.901475
1.3	0.903199	0.904902	0.906382	0.908241	0.909877	0.911492	0.913085	0.914657	0.916207	0.917736
1.4	0.919243	0.920730	0.922196	0.923641	0.925066	0.926471	0.927855	0.929219	0.930563	0.931888
1.5	0.933193	0.934478	0.935744	0.936992	0.938220	0.939429	0.940620	0.941792	0.942947	0.944083
1.6	0.945201	0.946301	0.947334	0.948449	0.949497	0.950529	0.951543	0.952540	0.953521	0.954486
1.7	0.953435	0.956367	0.957284	0.958183	0.959071	0.959941	0.960796	0.961636	0.962462	0.963273
1.8	0.964070	0.964852	0.965621	0.966375	0.967116	0.967843	0.968557	0.969258	0.969946	0.970621
1.9	0.971283	0.971933	0.972571	0.973197	0.973810	0.974412	0.975002	0.975581	0.976148	0.976705
2.0	0.977250	0.977784	0.978308	0.978822	0.979325	0.979818	0.980301	0.980774	0.981237	0.981691
2.1	0.982136	0.982571	0.982997	0.983414	0.983823	0.984222	0.984614	0.984997	0.985371	0.985738
2.2	0.986097	0.986447	0.986791	0.987126	0.987455	0.987776	0.988089	0.988396	0.988696	0.988899
2.3	0.989276	0.989556	0.989830	0.990097	0.990338	0.990513	0.990863	0.991106	0.991344	0.991576
2.4	0.991802	0.992024	0.992240	0.992451	0.992656	0.992857	0.993053	0.993244	0.993431	0.993613
2.5	0.993790	0.993963	0.994132	0.994297	0.994457	0.994614	0.994766	0.994915	0.995060	0.995201
2.6	0.995339	0.995479	0.995604	0.995734	0.995833	0.995975	0.996093	0.996207	0.996319	0.996427
2.7	0.996533	0.996636	0.996736	0.996833	0.996928	0.997020	0.997110	0.997197	0.997282	0.997365
2.8	0.997445	0.997523	0.997599	0.997672	0.997744	0.997814	0.997882	0.997948	0.998012	0.998074
2.9	0.998134	0.998199	0.998250	0.998303	0.998359	0.998411	0.998462	0.998511	0.998559	0.998605
3.0	0.998650	0.998694	0.998736	0.998771	0.998817	0.998856	0.998893	0.998930	0.998965	0.998999
3.1	0.999032	0.999055	0.999096	0.999126	0.999155	0.999184	0.999211	0.999238	0.999264	0.999289
3.2	0.999313	0.999336	0.999359	0.999381	0.999402	0.999423	0.999443	0.999462	0.999481	0.999499
3.3	0.999517	0.999533	0.999550	0.999566	0.999581	0.999596	0.999610	0.999624	0.999638	0.999650
3.4	0.999663	0.999673	0.999687	0.999698	0.999709	0.999720	0.999730	0.999740	0.999749	0.999758
3.5	0.999767	0.999776	0.999784	0.999792	0.999800	0.999807	0.999815	0.999821	0.999828	0.999835
3.6	0.999841	0.999847	0.999853	0.999858	0.999864	0.999869	0.999874	0.999879	0.999883	0.999888
3.7	0.999892	0.999896	0.999900	0.999904	0.999908	0.999912	0.999915	0.999918	0.999922	0.999925
3.8	0.999928	0.999931	0.999933	0.999936	0.999938	0.999941	0.999943	0.999946	0.999948	0.999950
3.9	0.999952	0.999954	0.999956	0.999958	0.999959	0.999961	0.999963	0.999964	0.999966	0.999967

Gambar 15 Tabel Distribusi Normal (Z)

Sumber: Montgomery (2003. Hlm. 654)

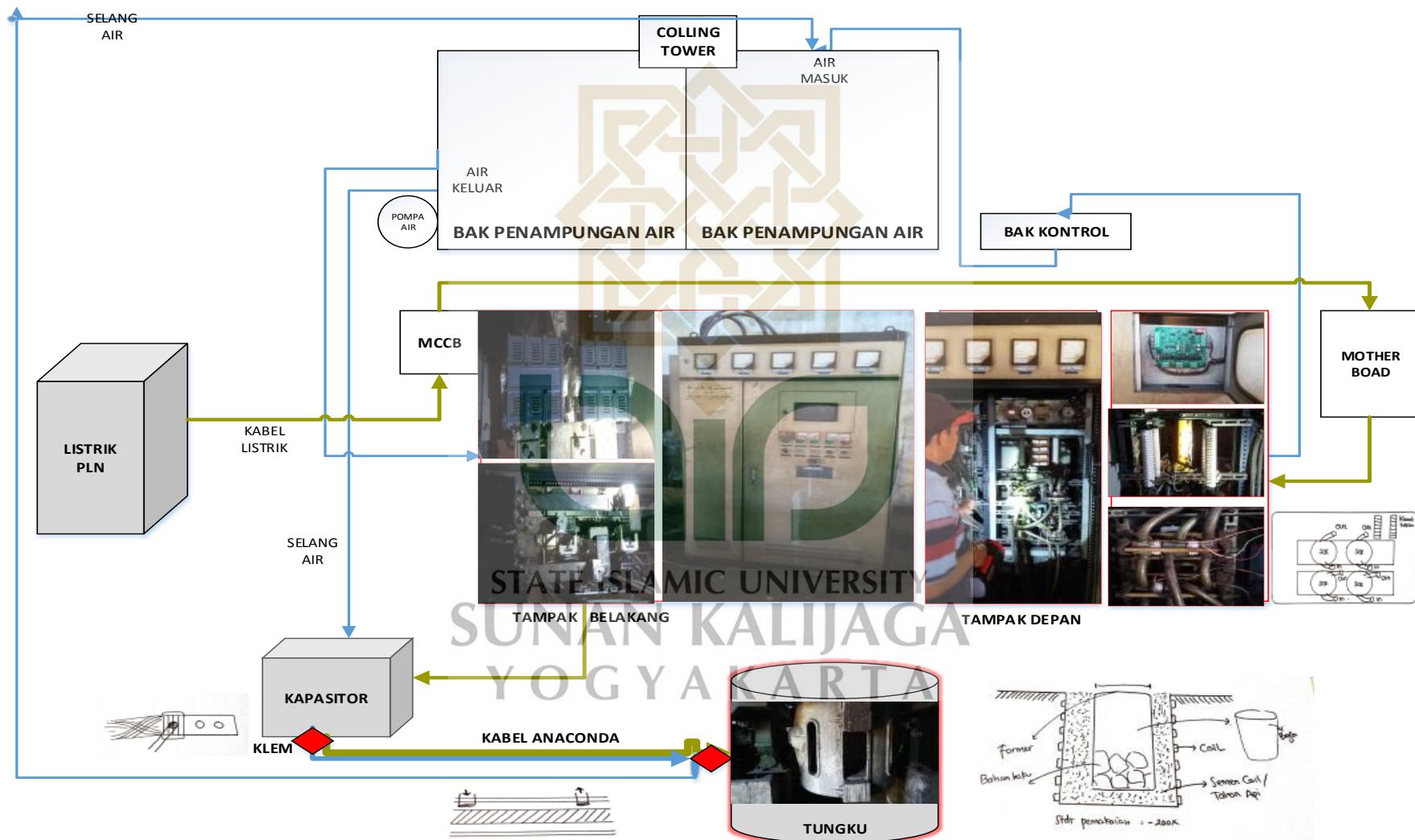
s	$\Gamma(s)$	s	$\Gamma(s)$	s	$\Gamma(s)$	s	$\Gamma(s)$
1.01	0.99433	1.51	0.88659	2.01	1.00427	2.51	1.33875
1.02	0.98884	1.52	0.88704	2.02	1.00862	2.52	1.34830
1.03	0.98355	1.53	0.88757	2.03	1.01306	2.53	1.35798
1.04	0.97844	1.54	0.88818	2.04	1.01758	2.54	1.36779
1.05	0.97350	1.55	0.88887	2.05	1.02218	2.55	1.37775
1.06	0.96874	1.56	0.88964	2.06	1.02687	2.56	1.38784
1.07	0.96415	1.57	0.89049	2.07	1.03164	2.57	1.39807
1.08	0.95973	1.58	0.89142	2.08	1.03650	2.58	1.40844
1.09	0.95546	1.59	0.89243	2.09	1.04145	2.59	1.41896
1.10	0.95153	1.60	0.89352	2.10	1.04649	2.60	1.42962
1.11	0.94740	1.61	0.89468	2.11	1.05161	2.61	1.44044
1.12	0.94359	1.62	0.89592	2.12	1.05682	2.62	1.45140
1.13	0.93993	1.63	0.89724	2.13	1.06212	2.63	1.46251
1.14	0.93642	1.64	0.89864	2.14	1.06751	2.64	1.47377
1.15	0.93304	1.65	0.90012	2.15	1.07100	2.65	1.48519
1.16	0.92980	1.66	0.90167	2.16	1.07857	2.66	1.49677
1.17	0.92670	1.67	0.90330	2.17	1.08424	2.67	1.50851
1.18	0.92373	1.68	0.90500	2.18	1.09000	2.68	1.52040
1.19	0.92089	1.69	0.90678	2.19	1.09585	2.69	1.53246
1.20	0.91817	1.70	0.90864	2.20	1.10180	2.70	1.54469
1.21	0.91558	1.71	0.91057	2.21	1.10785	2.71	1.55708
1.22	0.91311	1.72	0.91258	2.22	1.11399	2.72	1.56964
1.23	0.91075	1.73	0.91467	2.23	1.12023	2.73	1.58237
1.24	0.90852	1.74	0.91683	2.24	1.12657	2.74	1.59528
1.25	0.90640	1.75	0.91906	2.25	1.13300	2.75	1.60836
1.26	0.90440	1.76	0.92137	2.26	1.13954	2.76	1.62162
1.27	0.90250	1.77	0.92376	2.27	1.14618	2.77	1.63506
1.28	0.90072	1.78	0.92623	2.28	1.15292	2.78	1.64868
1.29	0.89904	1.79	0.92877	2.29	1.15976	2.79	1.66249
1.30	0.89747	1.80	0.93138	2.30	1.16671	2.80	1.67649
1.31	0.89600	1.81	0.93408	2.31	1.17377	2.81	1.69068
1.32	0.89464	1.82	0.93685	2.32	1.18093	2.82	1.70506
1.33	0.89338	1.83	0.93969	2.33	1.18819	2.83	1.71963
1.34	0.89222	1.84	0.94261	2.34	1.19557	2.84	1.73441
1.35	0.89115	1.85	0.94561	2.35	1.20305	2.85	1.74938
1.36	0.89018	1.86	0.94869	2.36	1.21065	2.86	1.76456
1.37	0.88931	1.87	0.95184	2.37	1.21836	2.87	1.77994
1.38	0.88854	1.88	0.95507	2.38	1.22618	2.88	1.79553
1.39	0.88785	1.89	0.95838	2.39	1.23412	2.89	1.81134
1.40	0.88726	1.90	0.96177	2.40	1.24217	2.90	1.82736
1.41	0.88676	1.91	0.96523	2.41	1.25034	2.91	1.84359
1.42	0.88636	1.92	0.96877	2.42	1.25863	2.92	1.86005
1.43	0.88604	1.93	0.97240	2.43	1.26703	2.93	1.87673
1.44	0.88584	1.94	0.97610	2.44	1.27556	2.94	1.89363
1.45	0.88566	1.95	0.97988	2.45	1.28421	2.95	1.91077
1.46	0.88560	1.96	0.98374	2.46	1.29298	2.96	1.92814
1.47	0.88563	1.97	0.98769	2.47	1.30188	2.97	1.94574
1.48	0.88575	1.98	0.99171	2.48	1.31091	2.98	1.96358
1.49	0.88595	1.99	0.99581	2.49	1.32006	2.99	1.98167
1.50	0.88623	2.00	1.00000	2.50	1.32934	3.00	2.00000

Sumber : Ebeling, C.E, An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering ,
Mc Graw-Hill, New York, 1997

Gambar 16 Tabel Distribusi Gamma

Sumber: Ebeling (1997)

Lampiran 6. Sistem Kerja Mesin Induksi



Lampiran 7. Glosarium

S = Tingkat keparahan (*Severity*)

O = Tingkat kejadian (*Occurrence*)

D = Tingkat deteksi (*Detection*)

r = nilai *index of fit* atau koefisien korelasi

T = *Age Replacement* (Penggantian pencegahan)

n = Jumlah pemeriksaan persatuan waktu

TTF = Selang waktu antar kerusakan

TTR = Selang waktu perbaikan

MTTF = Rata-rata selang waktu antar terjadinya kerusakan

MTTR = Rata-rata waktu perbaikan (*repair*)

C(tp) = Total biaya persatuan waktu penggantian dilakukan dalam interval (tp).

Cf = Biaya siklus berdasarkan kerusakan (*failure cost*)

Cp = Biaya siklus berdasarkan pemeliharaan (*preventive cost*)

Tf = Waktu standar perbaikan kerusakan

Tp = Waktu standar pemeliharaan penggantian

R(tp) = Nilai keandalan (*Reliability*) pada saat tp.

M(tp) = Nilai rata-rata waktu terjadinya kerusakan jika penggantian pencegahan dilakukan pada saat tp.

tp = Interval waktu penggantian pencegahan

F(tp) = Fungsi distribusi interval antar kerusakan yang terjadi

D(tp) = *Breakdown time (Downtime)* persatuan waktu pada saat tp.

A(tp) = Nilai tingkat ketersediaan (*Availability*) pada saat tp.

Tp+tp = Panjang siklus berdasarkan pencegahan.

M(tp)+Tf = Panjang siklus berdasarkan kerusakan.



CURRICULUM VITAE

A. Biodata Pribadi

Nama Lengkap : M. KHAEDZAR ASSAGAF
Jenis Kelamin : LAKI-LAKI
Tempat, Tanggal Lahir : TEMANGGUNG, 15-12-1996
Alamat Asal : 05/01 GIYANTI TEMANGGUNG
Alamat Tinggal : BACIRO, GONDOKUSUMAN, DIY
Email : khaedzarassagaf 996@gmail.com
No. HP : 082133117028



B. Latar Belakang Pendidikan Formal

Jenjang	Nama Sekolah	Tahun
TK	RA Masyitoh Giyanti	2002
SD	SDN I Temanggung II	2009
SMP	MTS. Sunan Pandan Aran	2012
SMU	MA. Sunan Pandan Aran	2015
S1	UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta	2019

C. Latar Belakang Pendidikan Non Formal (*opsional)

D. Pengalaman Organisasi (*opsional)

E. Pengalaman Pekerjaan (*opsional)

Catatan :

F. Keahlian (*opsional)

CV dimasukkan di file skripsi (file 1 dan file 3) pada halaman terakhir

G. Penghargaan (*opsional)

*) Opsional berarti boleh dicantumkan boleh tidak

H. Karya Tulis (*opsional)

I. Pengabdian Masyarakat (*opsional)