

LAPORAN PENELITIAN



MENGHITUNG TINGKAT KEANDALAN UNTUK PENENTUAN INTERVAL WAKTU PERAWATAN MESIN POMPA DISTRIBUSI AIR DI PT. KEMANG PRATAMA DENGAN METODE RCM (RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE)

TIM PENELITIAN

Dr. Suwanda, ST, MT. (Ketua)
Carman Ricardo Ambarita (Anggota)

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS KRISNADWIPAYANA

Alamat : Kampus UNKRIS Jatiwaringin P.O Box 774/Jat.CM
Tel. (021) 84998529 Fax : (021) 94998529

JAKARTA 13077

**HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN HASIL PENELITIAN**

1. Judul Penelitian : Menghitung Tingkat Keandalan Untuk Penentuan Interval Waktu Perawatan Mesin Pompa Distribusi Air Di Pt. Kemang Pratama Dengan Metode Rcm (Reliability Centered Maintenance)
2. Ketua Peneliti
 - a. Nama Lengkap : Dr. Suwanda, ST, MT.
 - b. NIDN : 0306045501
 - c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
 - d. Program Studi : Teknik Industri
 - e. Jurusan : Teknik Industri
3. Jumlah Anggota Peneliti
 - a. Nama Anggota I : Carman Ricardo Ambarita
 - b. NIM : 1770031047
4. Lokasi Penelitian : Universitas Krisnadwipana
5. Jumlah biaya yang disetujui
 - a. Biaya dari FT Unkris : Rp.5.000.000,-
 - b. Dan institusi lain : -
6. Lama Penelitian : 3 bulan
- 7.

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Harjono Padmono Putro, S.T., M.Kom

Jakarta, 20 Agustus 2021

Ketua Peneliti



Dr. Suwanda, ST, MT.

Menyetujui,

Ketua Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (P2M)



Ir. Sutaryo., M.Si

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Tuhan YME yang telah memberikan rahmat kepada peneliti sehingga dapat menyelesaikan penelitian.

Dalam penulisan ini sering kali peneliti mendapatkan hambatan, namun berkat bimbingan, bantuan dan dorongan semangat dan motivasi dari berbagai pihak yang langsung maupun tidak langsung kepada peneliti yang pada akhirnya dapat menyelesaikan penelitian ini, peneliti ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada :

1. Dekan Fakultas Teknik beserta para wakilnya yang telah banyak memberikan bantuan dana penelitian sehingga saya dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik.
2. Ketua Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (PPM) Fakultas Teknik yang telah memberikan dan membantu peneliti selama proses penelitian.
3. Ketua Program Studi Teknik Industri yang telah banyak membantu dalam proses pengajuan proposal penelitian.
4. Rekan-rekan dosen di Fakultas Teknik dan segenap staff serta semua pihak yang telah membantu penelitian.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan ini masih jauh dari sempurna, untuk itu peneliti sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat konstruktif, sehingga penelitian ini dapat diterima sesuai dengan tujuannya.

Jakarta, 20 Agustus 2021

Penulis

ABSTRAK

PT. Kemang Pratama merupakan sebuah perusahaan yang bergerak dibidang properti dan *Water Treatment Plant*. PT. Kemang Pratama memiliki *Water Treatment Plant* untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari warga perumahan Kemang Pratama. Seiring meningkatnya kebutuhan air diperumahan Kemang Pratama, maka PAB (Pengolahan Air Bersih) Kemang Pratama harus mengoptimalkan kapasitas produksinya. Salah satu cara untuk mempertahankan mutu dan produktifitas sistem produksinya adalah dengan memperhatikan masalah perawatan (*maintenance*) fasilitas produksinya. Belum adanya perawatan berkala yang menyeluruh, menyebabkan beberapa perawatan masih bersifat korektif, hal ini mengakibatkan mesin pompa distribusi air sering mengalami kerusakan secara tiba-tiba dan tentunya menghambat proses produksi. Dalam penelitian ini penulis mencoba menerapkan perawatan *preventive* terhadap mesin pompa distribusi air Ebara yang dimiliki oleh perusahaan. Dalam penelitian ini ditentukan TTR, TTF, MTTF, MTTR, tingkat keandalan (*reliability*), untuk mengetahui selang waktu untuk proses penggantian atau pengecekan komponen. Setelah dilakukan perhitungan untuk menentukan perawatan *preventive maintenance* didapatkan interval waktu untuk melakukan perawatan *preventive* yaitu, 600 jam untuk komponen bearing, 1000 jam untuk komponen *electric*, dan 825 jam untuk komponen check valve.

Kata kunci : *preventive maintenance, reliability, pompa*

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah	4
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah / Penelitian	5
1.6 Metodologi Penelitian.....	5
1.7 Sistematika Penulisan.....	9
BAB II.....	11
2.1 Pemeliharaan (<i>Maintenance</i>)	11
2.2 Diagram Pareto.....	14
2.3 <i>Reliability</i> (Keandalan)	15
2.4 <i>Reliability Centred Maintenance</i> (RCM).....	16
BAB III.....	29
3.1 Sejarah Singkat Perusahaan	29
3.2 Pengumpulan Data	34
3.3 Pengolahan Data.....	38
BAB IV	66
4.1 Analisis <i>Downtime</i> Kerusakan Mesin	66
4.2 Analisis FMEA (<i>Failure Mode And Effect Analysis</i>)	67
4.3 Analisis Distribusi <i>Time To Failure</i> (TTF) dan <i>Time To Repair</i> (TTR).....	67
4.4 Analisis <i>Mean Time To Failure</i> (MTTF) dan <i>Mean Time To Repair</i> (MTTR)	69
4.5 Analisis Perhitungan <i>Reliability</i> Komponen.....	69
4.6 Analisis Interval Penggantian Pencegahan dan Pemeriksaan Komponen ..	70
BAB V.....	72
5.1 Kesimpulan	72
5.2 Saran.....	73

DAFTAR PUSTAKA	74
-----------------------------	-----------

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perawatan (*maintenance*) merupakan peranan penting dalam dunia industri, karena perawatan adalah faktor utama dalam kelangsungan hidup suatu sistem produksi. Jika mesin tidak dilakukan *maintenance*, maka mesin dapat mengalami kerusakan yang lebih buruk sehingga perusahaan akan mengeluarkan biaya yang lebih banyak untuk mengganti komponen yang rusak. Perawatan yang baik akan dilakukan dalam jangka waktu tertentu dan pada waktu proses produksi sedang tidak berjalan. Bila *maintenance* pada suatu mesin sering dilakukan maka akan meningkatkan biaya untuk *maintenance*. Sedangkan bila tidak dilakukan *maintenance* akan menurunkan performa dari mesin.

Menurut (Tampubolon, 2014, hal. 247), tujuan dari *maintenance* dan reliabilitas untuk menjaga kapasitas mesin dan peralatan tetap konsisten dengan sistem pengendalian biaya produksi, sehingga dengan pengendalian ini dimungkinkan terjadi efisiensi sebagai pengaruh keputusan pemeliharaan dan reliabilitas yang tepat.

Pemeliharaan (*maintenance*) adalah kegiatan termasuk menjaga peralatan dan mesin agar dapat melaksanakan pesan pekerjaan. Reliabilitas merupakan probabilitas dari pemanfaatan mesin dan peralatan atau produk yang berfungsi secara tepat waktu didalam suatu situasi dan kondisi yang tertentu. Pemeliharaan (*maintenance*) dan reliabilitas erat kaitannya dengan

peran karyawan (*role of employee*), prosedur pemeliharaan dan reliabilitas (*maintenance and reliability procedures*) didalam usaha pencapaian hasil yang berupa kualitas manajemen dan kualitas produk (*total management and product quality result*).

Meningkatnya kebutuhan air diperumahan Kemang Pratama, maka PAB (Pengolahan Air Bersih) Kemang Pratama harus mengoptimalkan kapasitas produksinya. Salah satu cara untuk mempertahankan mutu dan produktifitas sistem produksinya adalah dengan memperhatikan masalah perawatan (*maintenance*) fasilitas produksinya. Selama ini PAB (Pengolahan Air Bersih) Kemang Pratama melakukan perawatan mesin setelah terjadi kerusakan pada suatu mesin (*corrective maintenance*). Dari beberapa mesin yang ada di PAB (Pengolahan Air Bersih) Kemang Pratama, mesin pompa distribusi merupakan mesin yang salah satunya sering mengalami gangguan. Fungsi dari pompa distribusi adalah mengalirkan air yang sudah diolah atau sudah layak pakai ke rumah-rumah warga Kemang Pratama.

PAB (Pengolahan Air Bersih) Kemang Pratama beroperasi 24 jam untuk memenuhi kebutuhan air warga Kemang Pratama. Waktu penggunaan yang terlampau sering pada pompa mengakibatkan terjadinya kerusakan dan penurunan performa dari pompa, hal ini yang akan menjadi sumber masalah yang dihadapi oleh PAB (Pengolahan Air Bersih) Kemang Pratama karena tidak diketahuinya keandalan dari mesin pompa dan tidak adanya interval perawatan pada mesin pompa distribusi. Untuk mengatasi masalah tersebut penelitian ini mencoba untuk mengusulkan sistem perawatan mesin dengan

menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Metode RCM diharapkan dapat menetapkan *schedule maintenance* dan dapat mengetahui secara pasti tindakan kegiatan perawatan (*maintenance task*) yang tepat yang harus dilakukan pada setiap komponen mesin.



Gambar 1.1 Pompa Distribusi Air PAB Kemang Pratama.

PAB Kemang Pratama menggunakan mesin pompa distribusi bermerek Ebara yang digunakan secara bergantian, pompa secara otomatis akan bergantian setiap 2 jam menggunakan timer. Pompa di PAB (Pengolahan Air Bersih) Kemang Pratama sudah digunakan selama 7 tahun sehingga jika dibandingkan dengan mesin-mesin lainnya pompa distribusi adalah yang paling sering mengalami kerusakan.

1.2 Identifikasi Masalah

1. Semakin seringnya kerusakan mesin pompa
2. Tidak diketahui keandalan komponen mesin pompa distribusi air
3. Belum memiliki rencana penjadwalan perawatan mesin pompa

1.3 Rumusan Masalah

1. Seberapa sering mesin pompa di PAB Kemang Pratama rusak?
2. Bagaimana keandalan komponen mesin pompa distribusi di PAB Kemang Pratama yang mengalami kerusakan?
3. Bagaimana interval perawatan yang tepat pada mesin pompa distribusi di PAB Kemang Pratama?

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.4.1 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui seberapa sering kerusakan mesin pompa distribusi di PAB Kemang Pratama.
2. Mengetahui keandalan dari masing-masing komponen mesin pompa distribusi yang mengalami kerusakan di PAB Kemang Pratama.
3. Menentukan interval waktu penggantian komponen yang tepat untuk melakukan perawatan pada mesin pompa distribusi di PAB Kemang Pratama.

1.4.2 Manfaat Penelitian

1. Manfaat bagi perguruan tinggi
 - a. Menguji sejauh mana kemampuan mana dalam menerapkan teori yang telah diberikan dibidang praktis dunia kerja.
 - b. Diharapkan tambahan referensi dalam peningkatan mutu kurikulum dimasa depan.

2. Manfaat bagi perusahaan

Diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dan masukan dalam menentukan kebijakan perusahaan khususnya mengenai penentuan interval waktu perawatan mesin pompa.

3. Manfaat bagi mahasiswa/penulis

Dapat mengetahui cara menentukan mesin dan komponen-komponen kritis sehingga dapat menentukan interval perawatan untuk *preventive maintenance*.

1.5 Batasan Masalah / Penelitian

Agar penelitian dilakukan secara terfokus terhadap tujuan yang ingin dicapai, maka penelitian memiliki batasan-batasan sebagai berikut:

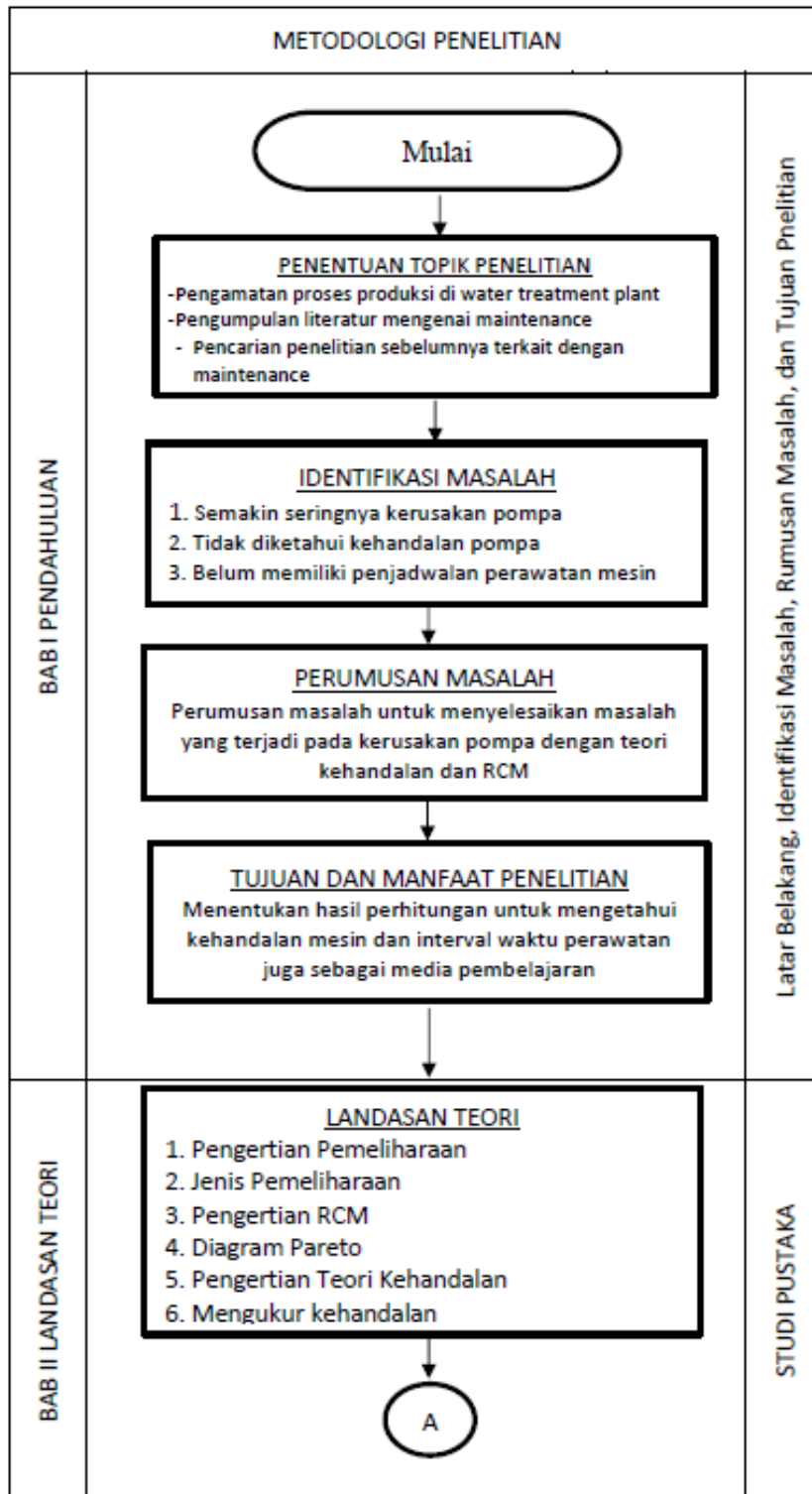
1. Penelitian dilakukan pada PT. Kemang Pratama Bekasi.
2. Data yang digunakan adalah data kerusakan pompa distribusi PAB Kemang Pratama.
3. Penelitian ini difokuskan pada unit pengolahan air Kemang Pratama Bekasi.
4. Waktu penelitian dari bulan Desember 2020 sampai bulan Juni 2021.

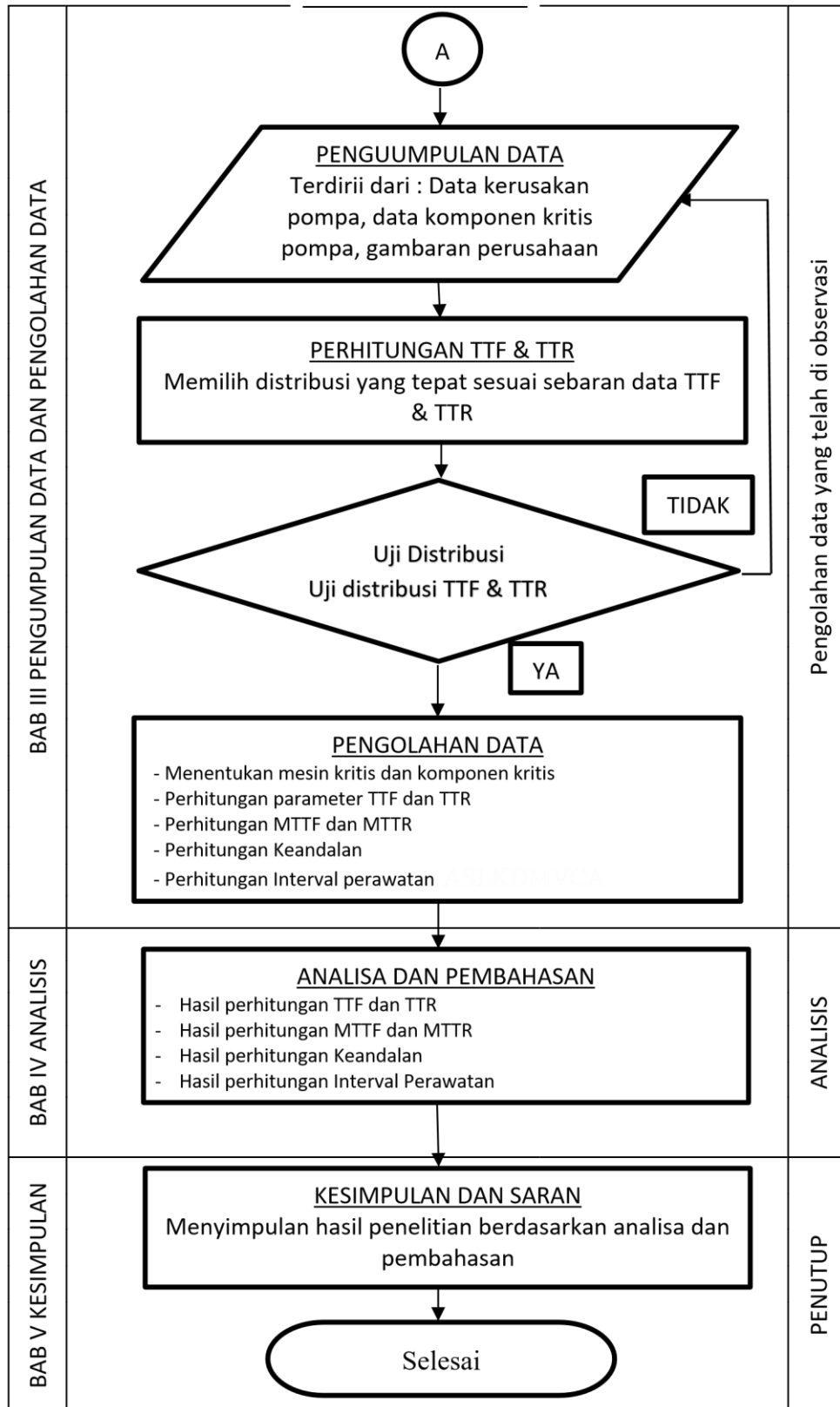
1.6 Metodologi Penelitian.

Metodologi penelitian dibuat untuk menentukan kegiatan yang akan dilakukan selama proses penelitian.

1.6.1 Flow Chart

Berikut ini adalah *flowchart* penelitian yang akan dilakukan.





Gambar 1.2 Flow Chart Pemecahan Masalah.

1.6.2 Filosofi Alur Pemecahan Masalah

Metodologi pada pengkajian ada beberapa fasenya, dari studi pendahuluan dan studi literatur sampai penarikan kesimpulan dan saran. Penjelasan *flowchart* metodologi penelitian diuraikan yaitu:

1. Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan di PT. Kemang Pratama untuk mencari permasalahan yang terjadi pada pengendalian persediaan dan permintaan barang

2. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan untuk menentukan permasalahan utama yang terjadi pada unit pengolahan air. Masalah yang diidentifikasi pada penelitian ini adalah belum adanya penjadwalan perawatan pada mesin pompa.

3. Rumusan Masalah

Setelah menentukan identifikasi masalah, maka permasalahan yang dirumuskan peneliti adalah terjadinya kerusakan tiba-tiba pada pompa karena tidak adanya penjadwalan perawatan pada mesin.

4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui kehandalan pompa dan menentukan interval waktu perawatan.

5. Pengumpulan data

Tahap pengumpulan data pada penelitian ini diantaranya adalah kerusakan, umur mesin, part dan wawancara kepada staff

6. Pengujian Distribusi

Pada tahap ini dilakukan uji distribusi untuk mengetahui apakah distribusi yang telah ditentukan sesuai dengan data yang ada.

7. Pengolahan Data

Menghitung kehandalan mesin dan menentukan interval waktu perawatan

8. Simpulan dan Saran

Pada tahap ini dibuat kesimpulan penelitian sesuai rumusan dan tujuan yang telah ditetapkan serta saran untuk melengkapi kekurangan penelitian.

1.6.3 Hipotesa Awal Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang diteliti maka dapat dibuat rumusan hipotesis sebagai berikut:

H0: Dapat mengetahui keandalan pompa dan menentukan interval perawatan dengan metode RCM (*Reliability Centered Maintenance*).

H1: Tidak dapat mengetahui keandalan pompa dan menentukan interval perawatan dengan metode RCM (*Reliability Centered Maintenance*).

1.7 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan penelitian ini dibagi menjadi lima bab, yaitu sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan pada latar belakang, identifikasi masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika pada penulisan Penelitian.

BAB II : LANDASAN TEORI

Dalam bab ini penulis menyajikan teori-teori dasar yang berhubungan dengan konsep teori keandalan, teknik menghitung keandalan, dan teknik menentukan interval waktu perawatan mesin.

BAB III : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisi tentang mengenai gambaran umum pada perusahaan, penyajian data-data yang diperlukan, dan hasil olah data yang sesuai dengan filosofi alur pemecahan masalah.

BAB IV : ANALISA HASIL PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini diuraikan mengenai pembahasan dari hasil yang telah diperoleh sesuai dengan pedoman pada landasan teori serta dibuatkan langkah-langkah penyelesaian berdasarkan alternatif yang ada

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini berisi suatu kesimpulan dari hasil penelitian dan pengolahan data yang telah diperoleh pada bab sebelumnya disertai dengan saran-saran yang diusulkan penulis agar dapat menjadi pertimbangan bagi perusahaan.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pemeliharaan (*Maintenance*)

2.1.1 Pengertian Pemeliharaan (*Maintenance*)

Pemeliharaan adalah fungsi didalam perusahaan yang sama pentingnya dengan fungsi produksi. Manajemen pemeliharaan adalah pengelolaan peralatan dan mesin- mesin tetap siap pakai (*ready for use*). Usaha menjaga agar setiap penggunaan peralatan dan mesin secara kontinu dapat berproduksi, diperlukan kegiatan pemeliharaan seperti berikut (Tampubolon, 2014, hal. 250):

1. Secara berkala dilakukan pengecekan (*inspection*).
2. Secara berkala dilakukan pelumasan (*lubricating*).
3. Secara berkala dilakukan perbaikan (*reparation*).
4. Melakukan penggantian *spare part*, disertai penyesuaian

reliabilitas.

Pemeliharaan seringkali terabaikan sehingga kegiatan *maintenance* tidak teratur, yang pada akhirnya apabila mesin dan peralatan mengalami kerusakan dapat mempengaruhi kapasitas produksi. Dengan demikian kegiatan perawatan harus dilakukan secara tetap dan konsisten (Tampubolon, 2014, hal. 250).

2.1.2 Tujuan Pemeliharaan (*Maintenance*)

Tujuan dari *maintenance* yaitu (Tampubolon, 2014, hal. 250):

1. Mempertahankan performa dan stabilitas produksi dalam proses konversi.
2. Menjaga kualitas produk ditingkat yang tepat.
3. Menurunkan pemakaian dan penyimpanan diluar batas yang ditentukan, serta menjaga modal yang diinvestasikan dalam peralatan dan mesin selama waktu tertentu dapat terjamin dan produktif.
4. Mengusahakan tingkat biaya pemeliharaan yang rendah, dengan harapan kegiatan pemeliharaan dilakukan secara efektif dan efisien.
5. Menghindari kegiatan *maintenance* yang dapat membahayakan keselamatan karyawan.
6. Mengadakan kerjasama dengan semua fungsi utama dalam perusahaan agar mencapai tujuan utama perusahaan (*return on invesment*) yang sebaik mungkin dengan biaya yang rendah.

2.1.3 Jenis Pemeliharaan (*Maintenance*)

Pada umumnya praktik dilapangan, manajemen pemeliharaan dapat dilakukan dengan memilih cara *preventif* atau korektif, atau menggabung keduanya (Tampubolon, 2014, hal. 250).

1. *Preventive Maintenance* (Pemeliharaan Pencegahan)

Menurut (Tampubolon, 2014, hal. 251), kegiatan pemeliharaan untuk mencegah kerusakan tidak terduga, sehingga mengakibatkan fasilitas produksi mengalami kerusakan saat digunakan pada proses produksi. *Preventif maintenance* sangat

berguna untuk menjaga fasilitas produksi yang masuk dalam kriteria *critical unit*, seperti berikut:

- a. Kerusakan yang dapat membahayakan keselamatan dan kesehatan pekerja.
- b. Kerusakan yang dapat mempengaruhi produk yang dihasilkan.
- c. Kerusakan yang dapat menghambat seluruh proses produksi.
- d. Modal yang ditanam pada fasilitas tersebut cukup mahal harganya.

Preventif maintenance pada perusahaan dapat dilakukan dan dibedakan sebagai berikut (Tampubolon, 2014, hal. 251):

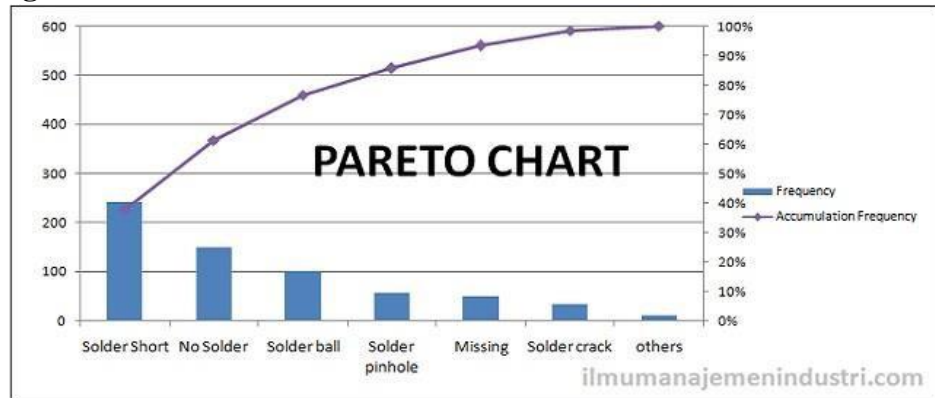
- a. *Routine maintenance*, adalah pemeliharaan yang dilakukan secara kontinu, contohnya, setiap hari dilakukan pelumasan, mengecek oli, pengecekan dan pengisian bahan bakar, termasuk pemanasan mesin (*worming up*).
- b. *Periodic maintenance*, dilakukan dengan menggunakan lamanya jam kerja mesin, sehingga perlu dibuat jadwal kerja, misal setiap 100 jam kerja, kemudian 500 jam kerja, dan seterusnya yang sifatnya kontinu.

2. Pemeliharaan Korektif (*Breakdown Maintenance*)

Menurut (Tampubolon, 2014, hal. 251), pemeliharaan korektif (*breakdown maintenance*) adalah pemeliharaan yang dilakukan setelah terjadinya kerusakan pada fasilitas atau peralatan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik. Contohnya mesin yang

digunakan dalam proses konversi, selama masih ada garansi, tidak terlalu mengutamakan pada *preventif maintenance*, cukup pada keandalan bila mesin ataupun peralatan sudah mengalami kerusakan perlu dilakukan pembongkaran (*breakdown*)

2.2 Diagram Pareto



Gambar 2.1 Diagram Pareto

Diagram pareto merupakan salah satu alat dari *QC 7 tools* yang sering digunakan dalam hal *quality control*. Diagram pareto pada dasarnya adalah grafik batang yang menunjukkan masalah dalam urutan jumlah insiden. Urutannya dimulai dari yang paling banyak muncul hingga masalah yang paling sedikit muncul. Pada grafik ditunjukkan dari grafik batang tertinggi (paling kiri) hingga grafik terendah (paling kanan).

Dalam penerapannya, diagram pareto sangat berguna dalam menentukan dan mengidentifikasi prioritas masalah yang akan dipecahkan. Masalah yang paling umum dan sering terjadi adalah prioritas utama kami untuk mengambil tindakan.

2.3 Reliability (Keandalan)

Keandalan adalah kemungkinan suatu item melakukan fungsi yang diharapkan pada periodik waktu yang ditentukan dibawah kondisi-kondisi operasi tertentu (Govil, 1983, hal. 8).

Secara umum, pengujian keandalan, bertujuan untuk:

1. Menentukan kondisi penggunaan peralatan
2. Mengukur keandalan peralatan untuk tujuan kontraktual, misalnya pada perjanjian ekspor impor, sebagai safety regulation
3. Mengkualifikasi perubahan desain
4. Memformulasikan kebijakan garansi atau service
5. Mengidentifikasi alur kegagalan design manufacturing
6. Membantu pihak manajemen dalam memilih kebijakan strategi penggunaan alat.

Keandalan (reliability) adalah suatu probabilitas dimana sistem industri dapat berfungsi dengan baik pada periode tertentu (periode t). Guna menggambarkan kondisi ini secara matematis dimana variable acak kontinu T yang mewakili waktu sistem (mesin), selama mengalami kerusakan ($T \geq 0$), maka keandalan (reliability) dapat diekspresikan sebagai berikut (Kurniawan F. , 2013, hal. 51):

$$R(t) = \Pr \{T \geq t\}$$

$R(t)$: Keandalan mesin T

t : Variable acak kontinu t

t_i : Data waktu ke ..

Dimana $R(t) \geq 0$, $R(0) = 1$, jika nilai t diketahui, maka $R(t)$ merupakan probabilitas waktu dimana mesin mengalami kerusakan adalah lebih besar

(\geq) atau sama dengan $(=)$ t.

Apabila ditentukan (Kurniawan F. , 2013, hal. 52)

$F(t)$: Probabilitas kerusakan mesin

$R(t)$: keandalan mesin

$\Pr \{T < t\}$: probabilitas suatu sistem diatas periode waktu t

Dimana:

$$F(0) = 0 \text{ dan } \lim_{t \rightarrow \infty} F(t) = 1$$

Maka $F(t)$ adalah probabilitas yang menunjukkan kerusakan mesin sebelum waktu t.

Apabila $R(t)$ dianggap sebagai fungsi keandalan dan $F(t)$ adalah fungsi distribusi komulatif dari distribusi kerusakan. Fungsi tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut (Kurniawan F. , 2013, hal. 52):

$$F(t) = \frac{dF}{dt}(t) = \frac{dR}{dt}(t)$$

2.4 Reliability Centred Maintenance (RCM)

RCM disebut perawatan berbasis keandalan karena RCM mengakui bahwa perawatan tidak dapat bertindak lebih selain menjamin agar aset terus-menerus mencapai kemampuan dasarnya atau keandalan bawaannya. Fungsi yang diharapkan dari setiap aset dapat didefinisikan dengan berbagai cara, tergantung pada dimana dan bagaimana digunakannya (dalam konteks operasinya). Pengertian fungsi yang diharapkan juga mengandung harapan-harapan prestasi spesifik. Ini menjurus ke definisi formal dari RCM, yaitu RCM adalah suatu proses yang digunakan untuk

menentukan kebutuhankebutuhan perawatan dari sembarang aset fisik dalam konteks operasinya (Pranoto, 2015, hal. 13).

2.4.1 Pengertian RCM (*Reliability Centred Maintenance*)

RCM adalah proses yang digunakan untuk menentukan apa yang seharusnya dilakukan untuk menjamin setiap item fisik atau suatu sistem dalam berjalan dengan baik sesuai dengan fungsi yang diinginkan oleh penggunaanya (Moubray 1997;32). RCM berfokus pada penanganan item supaya tetap optimal dalam menjallankan fungsinya dengan mengacu pada efektifitas biiaya perawatan. RCM merupakan teknik manajemen perawatan yang mengkombinasikan dua jenis tindakan pencegahan yaitu *preventive maintenance* dan *predictive maintenance*. *Predictive maintenance* yaitu pemeliharaan berdasarkan penilaian dan analisa kondisi (*condition base*) komponen mesin secara keseluruhan.

Keuntungan metode RCM adalah:

1. Menentukan pemeliharaan yang diifokuskan pada komponen atau mesin kritis (*critical item list*) dan menghindari kegiatan perawatan yang tidak diperlukan dengan penentuan interval pemeliharaan yang tepat.
2. Menggabungkan analisa kualitatif dalam menentukan program pemeliharaan. Analisa kualitatif terdapat pada tindakan perawatan yang diusulkan (*proposed task*) atau diambil. Sedangkan analisa kuantitatif terdapat pada penentuan initial

interval atau interval perawatan dengan mempertimbangkan biaya perawatan dan perbaikan komponen sehingga penentuan interval perawatan yang didapat akan memberikan nilai total *cost* yang minimum

2.4.2 *Failures Models and Effects Analysis (FMEA)*

Besterfield (2003;55), mendefinisikan FMEA sebagai teknik analisis yang menggabungkan teknologi dan pengalaman beberapa orang dalam mengidentifikasi mode kegagalan dari suatu produk atau proses dan perencanaan untuk eliminasinya. Dengan kata lain, FMEA dapat dijelaskan sebagai kumpulan aktivitas, sebagai berikut.

1. Mengenali dan mengevaluasi potensi kegagalan suatu produk atau proses dan efeknya.
2. Mengidentifikasi tindakan yang dapat menghilangkan atau mengurangi kemungkinan kegagalan potensial.
3. Dokumentasi Proses Desain FMEA membantu dalam proses desain dengan mengidentifikasi mode kegagalan yang diketahui dan menentukan peringkat berdasarkan dampak relatif pada produk. Implementasi FMEA membantu menetapkan prioritas berdasarkan kegagalan, tingkat keparahan dari kegagalan, membantu mengetahui kelalaian, dan kesalahan yang mungkin dibuat. Lebih lanjut, desain FMEA mengurangi waktu pengembangan dan biaya proses produksi dengan menghilangkan banyak failure mode yang potensial sebelum operasi proses dan

dengan menentukan kontrol yang sesuai untuk produk yang dirancang (Besterfield 2003;56).

Tabel 2.1 *Failure Mode and Effects Analysis*.

Function	Item	Potential Failure Mode	Potential Effect Of Failure		Severity	Potential Cause OF Failure	Occurance	Curent Design Control	Detection	RPN
			4	5						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Keterangan :

1. *Function*, berisi informasi tentang fungsional mesin/area.
2. *Item*, bagian dari suatu fungsional.
3. Nomor urut untuk potensial *failiure modee*.
4. *Potentiial failiure mode* (kegagalan potensial) yang terjadi.
5. Dampak kegagalan potensial meliputi dampak pada *customer*, dampak pada proses selanjutnya, dampak pada proses lokal.
6. *Severity* adalah nilai range 1-10 yang menunjukkan tingkat keseriusan dari kegagalan, semakin besar angka yang diberikan semakin besar tingkat keseriusannya.
7. Penyebab kegagalan potensial.
8. *Occurance*, adalah nilai range dari 1-10 yang menunjukan frekuensi kejadian yang terjadi. Semakin besar nilai yang diberikan semakin sering kejadiannya.
9. Sistem yang digunakan untuk mendeteksi kegagalan.
10. *Detection*, kemampuan sistem untuk untuk mendeteksi terjadinya cacat/kegagalan. Nilai yang kecil menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi kegagalan dengan tepat.

11. *Risk Priority Number* (RPN) adalah hasil dari perkalian *severity*, *occurance* dan *detection* yang merupakan nilai/bobot akhir dari data resiko aktual. Semakin besar nilai RPN maka semakin besar pula resiko aktualnya.

2.4.3 Menentukan *Severity*, *Occurance* dan *Detection*

Untuk menentukan prioritas dari bentuk suatu kegagalan, maka tim FMEA harus mendefinisikan terlebih dahulu mengenai *severity*, *occurance*, *detection* dan hasil akhirnya yang berupa *risk priority number*.

1. *Severity*

Merupakan langkah pertama untuk menganalisis resiko yaitu menghitung seberapa besar dampak/intensitas kejadian mempengaruhi output proses. Dampak tersebut dimulai dari skala 1 sampai 10, dimana 10 merupakan dampak terburuk. Berikut kriteria evaluasi *severity* oleh Field (1996;77).

Tabel 2.2 Contoh Kriteria Evaluasi dan Sistem Peringkat Untuk *Severity*.

Rating Severity pada FMEA		
Ranking	Akibat/Effect	Akibat pada Produksi
1.	Tidak ada akibat	Tidak berdampak atau memberi dampak minimal pada mesin
2.	Akibat sangat ringan	Memberikan gangguan minor pada mesin
3.	Akibat ringan	Gangguan pada mesin tetapi tidak memberikan kerugian pada fungsi utama mesin
4.	Akibat minor	Memberikan keuntungan yang tepat (posible) pada manufaktur
5.	Akibat moderat	Memberikan keuntungan yang pasti (definite) pada manufaktur
6.	Akibat signifikan	Kegagalan yang menuju kepada pelanggaran terhadap kebutuhan menurut peraturan perusahaan
7.	Akibat major	Kegagalan yang menuju pada kerusakan atau lebih dari safety critical (kritis keselamatan) terkait pada permasalahan dengan back up sekunder

8.	Akibat ekstrem	Permasalahan kritis, penurunan fungsi dengan kerusakan yang mungkin berbahaya
9.	Akibat serius	Kegagalan penuh dengan gangguan yang mungkin berbahaya atau kerugian umur mesin
10.	Akibat berbahaya	Kegagalan catastrophic dengan kemungkinan besar kehilangan umur mesin

2. Occurance

Occurance adalah kemungkinan bahwa penyebab tersebut akan terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan selama masa penggunaan produk dengan memperkirakan kemungkinan *occurance* pada skala 1 sampai 10. Contoh kriteria evaluasi untuk *occurance* dijelaskan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Contoh Kriteria Evaluasi dan Sistem Peringkat Untuk *Occurance*.

Rating Kejadian (Occurance) pada FMEA			
Ranking	Kejadian	Kriteria Verbal	Tingkat Kejadian Kegagalan
1	Hampir Tidak Pernah	Kerusakan yang hampir tidak pernah terjadi	Lebih dari 10.000 operasi mesin
2	Remote	Kerusakan jarang terjadi	6001-10.000 jam operasi mesin
3	Sangat sedikit	Kerusakan yang terjadi sangat sedikit	3001-6000 jam operasi mesin
4	Sedikit	Kerusakan yang terjadi sedikit	2001-3000 jam operasi mesin
5	Rendah	Kerusakan yang terjadi pada tingkat rendah	1001-2000 jam operasi mesin
6	Medium	Kerusakan yang terjadi pada tingkat medium	401-1000 jam operasi mesin
7	Agak tinggi	Kerusakan yang terjadi agak tinggi	101-400 jam operasi mesin
8	Tinggi	Kerusakan yang terjadi tinggi	11-100 jam operasi mesin
9	Sangat tinggi	Kerusakan yang terjadi sangat tinggi	2-10 jam operasi mesin

10	Hampir selalu	Kerusakan selalu terjadi	Kurang dari 2 jam operasi mesin
----	---------------	--------------------------	---------------------------------

3. *Detectiion*

Detectiion adalah pengukuran terhadap kemampuan dalam mengendalikan kegagalan yang mungkin dapat terjadi. Contoh kriteria evaluasi dan sistem perangkat untuk *detection* dijelaskan pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Contoh Kriteria Evaluasi dan Sistem Peringkat Untuk *Detection*.

Rating Deteksi (Detection) pada FMEA		
Ranking	Akibat	Kriteria Verbal
1.	Hampir pasti.	Perawatan preventive akan selalu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
2.	sangat Tinggi.	Perawatan preventive memiliki kemungkinan sangat tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
3.	Tinggi.	Perawatan preventive memiliki kemungkinan tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
4.	Moderately High.	Perawatan preventive memiliki kemungkinan "moderately high" untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
5.	Moderate.	Perawatan preventive memiliki kemungkinan "moderate" untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
6.	Rendah.	Perawatan preventive memiliki kemungkinan rendah untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
7.	Sangat rendah.	Perawatan preventive memiliki kemungkinan sangat rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
8.	Remote.	Perawatan perewventive memiliki kemungkinan "remote" untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
9.	Very remote.	Perawatan preventive memiliki kemungkinan "very remote" untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
10.	Tidak pasti.	Perawatan preventive akan selalu tidak mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.

4. Risk Priority Number (RPN)

Risk Priority Number (RPN) merupakan hasil dari skor severity, occurate, dan detection. RPN digunakan untuk memprioritaskan tindakan, semakin besar nilai RPN, maka semakin besar pula perhatian yang harus diberikan. Tim harus melakukan usaha untuk menanggulangi nilai RPN yang tinggi melalui tindakan korektif.

RPN dapat ditunjukkan dengan persamaan sebagai berikut:

$$RPN = S \times O \times D$$

$S = Severity.$

$O = Occurance.$

$D = Detection.$

Nilai RPN menunjukkan potensial *failure*, jika nilai RPN semakin tinggi, maka semakin bermasalah. Tidakada angka pasti RPN untuk melakukan *maintenance*.

2.4.4 Identifikasi Distribusi Time To Failure (TTF) dan Time To Repair (TTR)

Pada identifikasi distriibusi awal terdapat 4 macam distribusi, yaitu distribusi normal, *lognormal*, *exponential* dan *weibull*. Berikut merupakan rumus distribusi awal dari keempat distribusi tersebut:

1. Distribusi Normal

$$xi = (ti)$$

$$yi = zi = \phi^{-1}[F(ti)]$$

Dimana:

t_i = waktu ke i z_i = invers dari

distribusi normal

2. Distribusi *Weibull*

$$x_i = \ln(t_i)$$

$$y_i = \ln \left(\frac{1}{1-F(t_i)} \right)$$

Dimana:

t_i = waktu ke - i

3. Distribusi *Exponential* $x_i = (t_i)$

$$y_i = \ln \left(\frac{1}{1-F(t_i)} \right)$$

Dimana:

t_i = waktu ke- i

4. Distribusi Lognormal

$$x_i = \ln(t_i)$$

$$y_i = z_i = \Phi^{-1}[F(t_i)]$$

Dimana:

t_i = waktu ke- i

2.4.5 Uji Hipotesa

Uji hipotesa dilakukan untuk mengetahui apakah distribusi yang telah ditentukan sesuai dengan data yang ada. Uji hipotesa dapat dilakukan dengan uji kecocokan distribusi (*goodness of fit*). Uji kecocokan distribusi dimaksudkan untuk mengetahui bahwa distribusi data yang telah dipilih benar-benar mewakili data.

Terdapat 3 pengujian dalam uji hipotesa berdasarkan distribusi statistik yang ditentukan.

Pengujian tersebut adalah sebagai berikut:

1. Uji *Kolmogorov-Smirnov*

H_0 = data berdistribusi Normal/Lognormal

H_1 = data tidak berdistribusi Normal/Lognormal

$$D_n = \left\{ \Phi\left(\frac{t_i - t}{s}\right) - \frac{i-1}{n}, \frac{1}{n} - \Phi\left(\frac{t_i - t}{s}\right) \right\}$$

Dengan

$$t = \sum_{i=1}^n t_i / n$$

Dan

$$s = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (t_i - t)^2}}{n-1}$$

t_i = waktu t = adalah

waktu rata-rata s =

standar deviasi n =

banyaknya sampel

Wilayah kritis terdapat pada $D_n < D_{crit}$

Nilai D_{crit} dapat dilihat pada tabel *critical value for the Kolmogorov-Smirnov Test for normality*. Dengan demikian H_0 diterima apabila nilai D_n yang didapat pada perhitungan kurang dari nilai D_{crit} pada tabel.

2. Uji Barlett

H_0 = data berdistribusi Eksponensial

H_1 = data tidak berdistribusi Eksponensial

$$\beta = \frac{\frac{1}{(r+1)} \sum_{i=1}^r (t_i) - \left[\frac{1}{(r+1)} \sum_{i=1}^r \ln(t_i) \right]}{1 + \frac{6}{r}}$$

Dimana:

t_i = waktu r = jumlah kerusakan dengan wilayah kritis $\chi^2_{1-\alpha; r-1}$

$< \beta < \chi^2_{\alpha; r-1}$, H_0 dapat diterima

2

apabila nilai β terdapat pada wilayah kritis.

3. Uji Mann's

H_0 = data berdistribusi Weibull

H_1 = data tidak berdistribusi weibull

$$M = \frac{\sum_{i=1}^{r-1} \left[\frac{\ln(t_{i+1})}{\ln(t_i)} \right]^{k_1} - \frac{1}{k_2} \sum_{i=1}^{r-1} \left[\frac{\ln(t_{i+1})}{\ln(t_i)} \right]^{k_2}}{k_2 \sum_{i=1}^{r-1} M_i}$$

Dimana:

$$k_1 = 2$$

$$k_2 = \frac{r-1}{2}$$

$$M_i = Z_{i+1} - Z_i$$

$$Z_i = \ln \left(\ln \left[\frac{\ln(t_{i+1})}{\ln(t_i)} M_i \right] \right)$$

Dengan:

r = jumlah kerusakan wilayah kritis terdapat

pada $M < F(\alpha, v, v_2)$

Fkrit diperoleh dari $V_1=2 K_2$ dan $V_2=2 K_1$. H_0 diterima apabila nilai M hitung $< F$ tabel.

2.4.6 Mean Time To Failure (MTTF) dan Mean Time To Repair

(MTTR)

Menghitung MTTF dan MTTR dilakukan menggunakan parameter distribusi dari tiap komponen.

1. Weibull

MTTF dari distribusi *Weibull*

$$MTTF = \eta \Gamma \left(\frac{1}{\beta} + 1 \right)$$

MTTR dari distribusi *Weibull*

$$MTTR = \eta \Gamma \left(\frac{1}{\beta} + 1 \right)$$

keandalannya:

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta}}$$

dengan $\Gamma(x)$ adalah

fungsi gamma: $\Gamma(x) =$

$$\int_0^{\infty} y^{x-1} e^{-y} dy$$

2. Lognormal

MTTF dari distribusi *lognormal*

$$MTTF = t_{med} \exp \left(\frac{\sigma^2}{2} \right)$$

keandalan:

$$R(t) = 1 - \Phi\left(-\ln \frac{t}{s \cdot t_{med}}\right)$$

3. *Eksponential*

MTTF distribusi *eksponential*:

$$\int_0^{\infty} R(t) dt = \frac{1}{\lambda} \quad \text{MTTF} = \frac{1}{\lambda}$$

keandalannya:

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

BAB III

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

3.1 Sejarah Singkat Perusahaan



Gambar 3.1 Logo Perusahaan.

PT. Kemang Pratama merupakan sebuah perusahaan yang bergerak dibidang properti dan *Water Treatment Plant*. PT. Kemang Pratama memiliki *Water Treatment Plant* untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari warga perumahan Kemang Pratama. *Water Treatment Plant* Kemang Pratama memiliki tenaga kerja yang berpengalaman dan terlatih, jumlah tenaga kerja di *Water Treatment Plant* Kemang Pratama ada 30 pekerja. Kemang Pratama memiliki 2 *Water Treatment Plant* yang berada di Kemang Pratama 1 dan Kemang Pratama 2, *Water Treatment Plant* yang berada di Kemang Pratama 1 untuk menyuplai air bersih ke warga Kemang Pratama 1, 3, golf dan regency sedangkan *Water Treatment Plant* Kemang

Pratama 2 untuk menyuplai air bersih ke warga Kemang Pratama 2, 5, dan regency. Di *Water Treatment* Kemang Pratama 1 dan 2 juga tersedia loket pembayaran untuk pembayaran air bersih, keamanan, dan kebersihan warga Kemang Pratama.

PT. Kemang Pratama merupakan bagian dari Bangun Tjipta Group, berikut adalah beberapa perusahaan Bangun Tjipta Group :

1. Bangun Tjipta Sarana
2. Bangun Tjipta Pratama
3. PT. Arthaguna Cipta Sarana
4. PT. Arthaguna Sarana Pratama
5. PT. Arjuna Plaza
6. PT. Cipta Parmula Sejati
7. PT. Flora Tjipta Sarana
8. PT. Bangun Tirta Sarana
9. PT. Yudha Cipta Sarana
10. PT. Kreasi Megah Ciptasarana
11. PT. Bangun Cipta Kontraktor
12. PT. Marga Sarana Jaya
13. PT. Jakarta Lingkar Baratsatu
14. PT. Kemang Pratama, dan masih banyak lagi.

3.1.1 Visi dan Misi Perusahaan

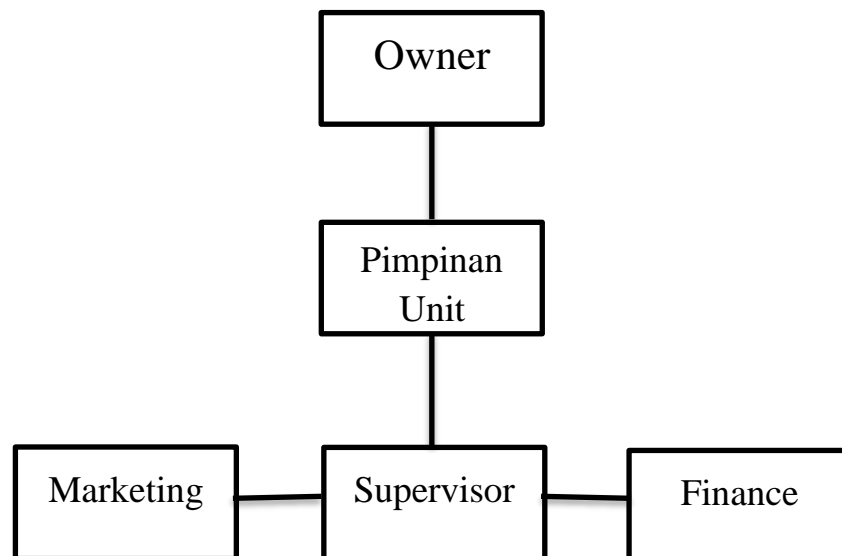
1. Visi

Menjadi perusahaan properti dan pengolahan air yang nyaman dan berkualitas di Indonesia.

2. Misi

- a. *Water Treatment Plant* Kemang Pratama fokus terhadap inovasi, efisiensi, produktivitas, kualitas produk, dan pelayanan untuk kepuasan konsumen dengan teknologi-teknologi baru.
- b. Menyediakan produk berkualitas dengan harga yang kompetitif.
- c. Menciptakan lapangan pekerjaan dan melakukan pelatihan guna menciptakan SD M yang handal.

3.1.2 Struktur Organisasi Perusahaan



Gambar 3.2 Struktur Organisasi Perusahaan.

1. *Owner*

Tugas *Owner* adalah mengembangkan perusahaan secara menyeluruh, bertanggung jawab penuh atas seluruh karyawan dan pengembangan jangka panjang perusahaan, dapat mengangkat dan memberhentikan manajer, mengambil keputusan-keputusan penting dalam perusahaan.

2. Pimpinan *Unit*

Pimpinan *unit* bertugas merencanakan, mengorganisir, mengarahkan serta mengendalikan semua kegiatan operasional yang berhubungan dengan proses produksi seperti: Menyusun dan melaksanakan kebijakan umum perusahaan sesuai dengan norma pedoman dan instruksi dari *owner*.

3. *Marketing*

Tugas utama *marketing* adalah menjual produk atau jasa suatu perusahaan dengan target pasar sesuai ketentuan perusahaan.

4. *Supervisor*

Tugas *supervisor* adalah sebagai pengawas, pengarah, merencanakan kegiatan, mengkondisikan bahwa kegiatan dan tugas yang berada dilingkupnya berjalan dengan lancar, memastikan setiap orang yang terlibat pada tugas dan pekerjaan tersebut dapat bekerja sesuai dengan tugas masing-masing yang telah diberikan.

5. *Finance*

Finance memiliki tugas yang berurusan langsung dengan uang perusahaan seperti penyusunan, transaksi, dan membuat laporan keuangan perusahaan.

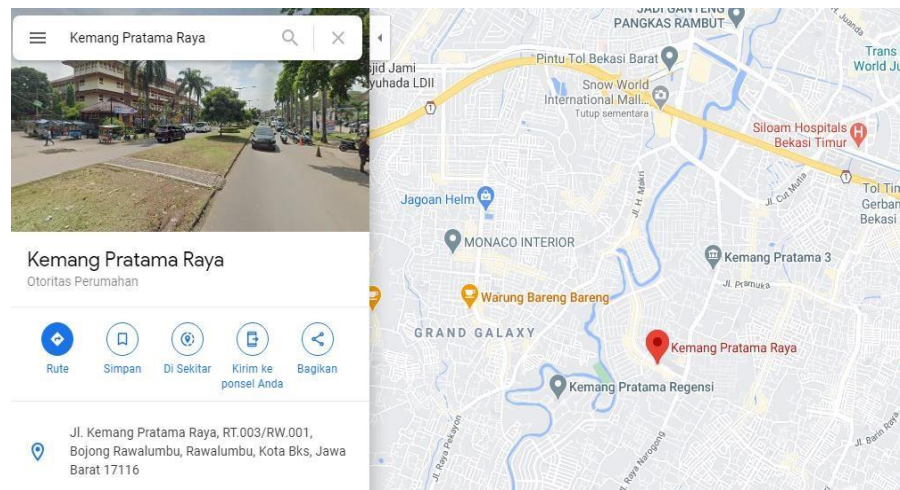
3.1.3 Keluaran Produk



Gambar 3.3 Air Bersih PT. Kemang Pratama.

Water Treatment Plant Kemang Pratama mengolah air sungai dan menghasilkan air bersih yang layak untuk digunakan warga Kemang Pratama.

3.1.4 Lokasi dan Waktu Penelitian



Gambar 3.4 Peta Lokasi Kemang Pratama.

Kemang Pratama berlokasi di Bekasi selatan tepatnya didaerah Rawalumbu.

Sedangkan lokasi *Water Treatment Plant* Kemang Pratama berada dijalan

Kemang Pratama Raya blok A-1. Kemang Pratama memiliki 2 *Water Treatment Plant* yang berada di Kemang Pratama 1 dan Kemang Pratama 2.

Waktu penelitian dilakukan dari bulan Januari 2021 sampai dengan bulan Juni 2021.

3.2 Pengumpulan Data

Data yang dipakai dalam penelitian ini data dari bulan Januari 2019 - Desember 2020, beberapa pengumpulan data yang diambil adalah data perbaikan mesin pompa distribusi air merk Ebara. Pengumpulan data yang dilakukan berupa observasi dan wawancara serta dokumentasi terkait penelitian.



Gambar 3.5 Mesin Pompa Distribusi Ebara.

3.2.1 Operasional Kerja

Jam kerja di PT. Kemang Pratama dibagi menjadi 2 yaitu non shift dan shift yang setiap shiftnya memiliki jumlah tenaga kerja 6 orang. Sistem non shift merupakan jam kerja untuk bagian maintenance dan kasir. Jam kerja tersebut antara lain sebagai berikut:

1. Sistem Non Shift

a. Senin – Jumat : 08.00 – 12.00 & 13.00 – 16.00 WIB

: Jam kerja 7 jam

b. Istirahat : 12.00 – 13.00 WIB

c. Sabtu : 08.00 – 12.00 WIB

: Jam kerja 4 jam

d. Libur : Minggu

2. Sistem Shift

a. Shift 1

Senin – minggu : 07.00 – 14.00

: Jam kerja 7 jam

b. Shift 2

Senin – minggu : 14.00 – 21.00

: Jam kerja 7 jam

c. Shift 3

Senin – minggu : 21.00 – 07.00

: Jam kerja 7 jam

3.2.2 Data Perbaikan Mesin

Data yang digunakan dari bulan Januari 2019 - bulan Desember 2020.

Tabel 3.1 Data Perbaikan Mesin Pompa Dosing

Mesin Pompa Dosing			
No	Tanggal	Mulai (Jam)	Selesai (Jam)
1	05-Mei-19	12:08	14:00
2	05-Jun-19	12:08	14:35
3	07-Okt-19	13:01	14:22
4	18-Nov-19	13:58	14:26

5	12-Des-19	9:49	11:35
6	04-Feb-20	13:30	14:19
7	24-Mar-20	11:10	13:22
8	26-Mar-20	11:30	13:15
9	25-Apr-20	12:49	14:01
10	27-Apr-20	7:50	9:44
11	22-Jun-20	7:26	9:35
12	19-Agu-20	13:04	14:18
13	23-Sep-20	8:13	10:25
14	03-Okt-20	13:56	14:21
15	22-Nov-20	9:00	11:00

Tabel 3.2 Data Perbaikan Mesin Pompa Distribusi Ebara

Mesin Pompa Distribusi Ebara			
No	Tanggal	Mulai(Jam)	Selesai(Jam)
1.	15-Jan-19	8:35	9:40
2.	22-Jan-19	12:08	14:00
3.	01-Feb-19	9:03	10:50
4.	27-Feb-19	8:57	10:35
5.	05-Mar-19	14:22	15:32
6.	26-Mar-19	9:28	10:35
7.	05-Apr-19	12:48	14:15
8.	01-Mei-19	10:30	12:00
9.	22-Mei-19	10:54	12:22
10./	11-Jun-19	12:42	14:20
11.	15-Jun-19	11:43	12:45
12.	08-Sep-19	11:30	13:00
13.	19-Sep-19	8:03	9:15
14.	22-Sep-19	11:17	12:31
15.	08-Okt-19	8:00	9:13
16.	10-Okt-19	13:20	14:50
17.	29-Okt-19	14:11	15:55
18.	25-Nov-19	12:29	14:02
19.	16-Des-19	13:19	14:25

20	23-Jan-20	15:10	16:55
21	26-Jan-20	7:10	8:15
22	22-Feb-20	19:21	21:00
23	25-Mar-20	17:05	18:22
24	29-Mar-20	21:00	22:02
25	01-Apr-20	9:15	10:30
26	21-Apr-20	20:10	21:50
27	29-Apr-20	22:15	23:30
28	17-Mei-20	14:11	15:22
29	09-Jun-20	7:30	8:35
30	23-Jun-20	7:27	8:55
31	10-Agu-20	8:15	9:30
32	05-Sep-20	4:15	5:36
33	27-Sep-20	14:15	15:35
34	03-Nov-20	5:30	7:00
35	11-Nov-20	11:17	13:05
36	16-Des-20	15:15	16:20
37	20-Des-20	7:26	9:35

Tabel 3.3 Data Perbaikan Mesin Pompa Intake.

Mesin Pompa Intake			
No	Tanggal	Mulai (Jam)	Selesai (Jam)
1	08-Mei-19	12:27	13:52
2	22-Mei-19	10:29	12:22
3	26-Mei-19	9:35	11:44
4	27-Agu-19	12:45	13:33
5	08-Sep-19	14:23	14:30
6	08-Sep-19	13:56	14:19
7	05-Apr-20	10:34	12:34
8	06-Apr-20	10:21	12:55
9	10-Mei-20	9:32	11:27
10	31-Mei-20	13:37	14:18
11	13-Jun-20	7:35	9:39

12	12-Agu-20	11:04	13:00
13	26-Agu-20	12:37	13:27
14	02-Okt-20	8:49	10:21
15	28-Okt-20	13:48	14:10
16	09-Nov-20	13:50	14:27

3.3 Pengolahan Data

Dari data sebelumnya dapat diketahui *downtime* dari tiap mesin, data diambil dari bulan Januari 2019 – Desember 2020, dengan perhitungan sebagai berikut (waktu selesai kerusakan – waktu mulai kerusakan).

3.3.1 *Downtime* Kerusakan Mesin

Tabel 3.4 Hasil Perhitungan *Downtime* Kerusakan Mesin Pompa Dosing.

Mesin Pompa Dosing				
No	Tanggal	Mulai (Jam)	Selesai (Jam)	Total Jumlah Jam Pbaikan (Jam)
1	05-Mei-19	12:08	14:00	1,52
2	05-Jun-19	12:08	14:35	2,27
3	07-Okt-19	13:01	14:22	1,21
4	18-Nov-19	13:58	14:26	0,28
5	12-Des-19	9:49	11:35	1,46
6	04-Feb-20	13:30	14:19	0,49
7	24-Mar-20	11:10	13:22	2,12
8	26-Mar-20	11:30	13:15	1,45
9	25-Apr-20	12:49	14:01	1,12
10	27-Apr-20	7:50	9:44	1,54
11	22-Jun-20	7:26	9:35	2,9
12	19-Agu-20	13:04	14:18	1,14
13	23-Sep-20	8:13	10:25	2,12
14	03-Okt-20	13:56	14:21	0,25
15	22-Nov-20	9:00	11:00	2
Total Downtime				21,87

Tabel 3.5 Hasil Perhitungan *Downtime* Kerusakan Mesin Pompa Distribusi Ebara.

Pompa Distribusi Air Ebara				
No	Tanggal	Mulai(Jam)	Selesai(Jam)	Total Jumlah Jam Perbaikan(Jam)
1.	15-Jan-19	8:35	9:40	1,05
2.	22-Jan-19	12:08	14:00	1,52
3.	01-Feb-19	9:03	10:50	1,47
4.	27-Feb-19	8:57	10:35	1,38
5.	05-Mar-19	14:22	15:32	1,1
6.	26-Mar-19	9:28	10:35	1,07
7.	05-Apr-19	12:48	14:15	1,27
8.	01-Mei-19	10:30	12:00	1,3
9.	22-Mei-19	10:54	12:22	1,28
10.	11-Jun-19	12:42	14:20	1,38
11.	08-Sep-19	11:30	13:00	1,3
12.	19-Sep-19	8:03	9:15	1,12
13.	22-Sep-19	11:17	12:31	1,14
14.	08-Okt-19	8:00	9:13	1,13
15.	10-Okt-19	13:20	14:50	1,3
16.	25-Nov-19	12:29	14:02	1,33
17.	16-Des-19	13:19	14:25	1,06
18.	23-Jan-20	15:10	16:55	1,45
19.	26-Jan-20	7:10	8:15	1,05
20.	22-Feb-20	19:21	21:00	1,39
21.	01-Apr-20	9:15	10:30	1,15
22.	21-Apr-20	20:10	21:50	1,4
23.	29-Apr-20	22:15	23:30	1,15
24.	17-Mei-20	14:11	15:22	1,11
25.	10-Agu-20	8:15	9:30	1,15
26.	05-Sep-20	4:15	5:36	1,21
27.	27-Sep-20	14:15	15:35	1,25
28.	03-Nov-20	5:30	7:00	1,3
29.	20-Des-20	7:26	9:35	1,09
Total Downtime				35,9

Tabel 3.6 Hasil Perhitungan *Downtime* Kerusakan Mesin Pompa Intake.

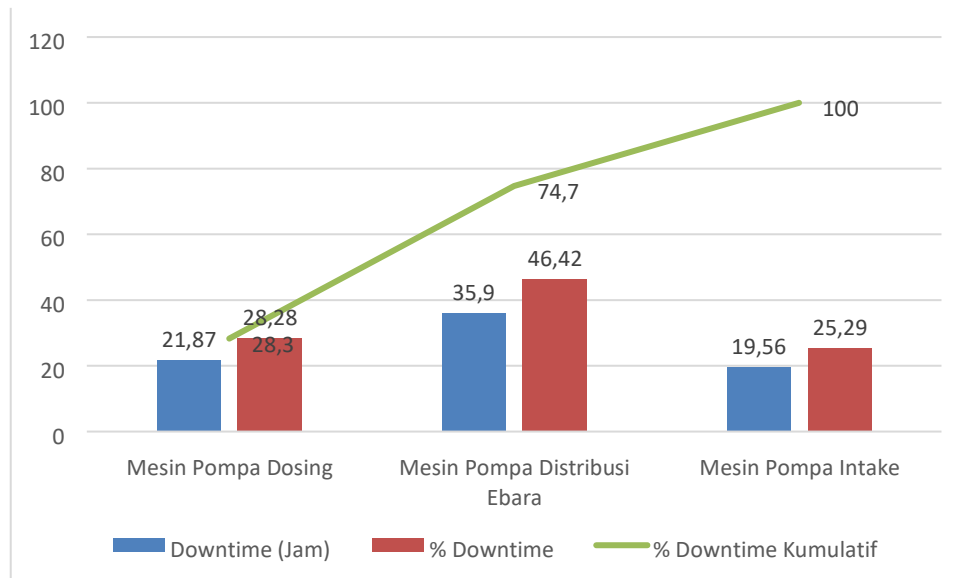
Mesin Pompa Intake				
No	Tanggal	Mulai (Jam)	Selesai (Jam)	Total Jumlah Jam Perbaikan (Jam)
1	08-Mei-19	12:27	13:52	1,25
2	22-Mei-19	10:29	12:22	1,53
3	26-Mei-19	9:35	11:44	2,9
4	27-Agu-19	12:45	13:33	0,48
5	08-Sep-19	14:23	14:30	0,7
6	08-Sep-19	13:56	14:19	0,23
7	05-Apr-20	10:34	12:34	2
8	06-Apr-20	10:21	12:55	2,34
9	10-Mei-20	9:32	11:27	1,55
10	31-Mei-20	13:37	14:18	0,41
11	13-Jun-20	7:35	9:39	2,2
12	12-Agu-20	11:04	13:00	1,56
13	26-Agu-20	12:37	13:27	0,50
14	02-Okt-20	8:49	10:21	1,32
15	28-Okt-20	13:48	14:10	0,22
16	09-Nov-20	13:50	14:27	0,37
Total Downtime				19,56

Selanjutnya dilakukan perhitungan presentase *downtime* untuk mengetahui kerusakan mesin tertinggi. Berikut presentase *downtime*:

$$\% \text{ Downtime} = \frac{\text{Downtime} \text{ Mesin}}{\Sigma \text{ Downtime}}$$

Tabel 3.7 *Downtime* Kerusakan Mesin.

No.	Mesin	Downtime(Jam)	Downtime %	Downtime Kumulatif%
1.	Mesin Pompa Dosing	21,87	28,28	28,3
2.	Mesin Pompa Distribusi Ebara	35,9	46,42	74,7
3.	Mesin Pompa Intake	19,56	25,29	100
Jumlah		77,33	100	



Gambar 3.6 Pareto Penentuan Mesin Kritis.

Dari hasil pareto diatas, dapat dilihat *downtime* terbesar berada pada mesin pompa distribusi ebara sebesar 46,42%. Selanjutnya dilakukan perhitungan menggunakan FMEA untuk menentukan komponen-komponen kritis.

3.3.2 *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

Pada tahap ini digunakan nilai rating, nilai rating menggambarkan kerusakan yang terjadi pada mesin saat produksi.

Berikut hasil perhitungan nilai RPN yang diambil dari mesin pompa

distribusi air Ebara.

Dimana:

S = nilai *ranking* 1-10

O = nilai *ranking* 1-10

D = nilai *ranking* 1-10

RPN = S x O x D

Tabel 3.8 FMEA Mesin Pompa Distribusi Air Ebara.

FMEA Workshet		Sistem : Operasi Mesin Pompa Distribusi Air Ebara							
		Subsistem : Mesin Pompa Distribusi Air Ebara							
Part(process)	Funciio n	Potential Failiure Mode	Potentiil Effect Of Failure	Se v (110)	Potential Cause Of Failure	Oc c (110)	Curent Controls	De t (110)	RP N
Bearing	Untuk memutar motor	Bearing Longgar	Penghisapan pompa tidak bekerja dengan baik	3	Penggantian komponen bearing kurang tepat	3	Pengecekan secara berkala	6	54
		Bearing Macet	Pompa tidak dapat menghisap air secara maksimal	8	Usia pemakaian bearing habis	1	Pengecekan berkala	8	64
TOTAL RPN									118
Electrical	Sumber daya mesin	Timer Otomatis error	Penggantian mesin secara otomatis error sehingga mesin malah mati	6	Usia pemakaian MCB telah habis	2	mengontrol komponen timer	6	72
		MCB lemah	MCB turun saat perpindahan pompa	9	Beban listrik tidak normal	1	mengontrol arus listrik dan MCB	7	63

TOTAL RPN									135
Check valve	Untuk menjaga pipa tetap terisi air	Penutup kotor	Pompa kompos dan tidak dapat menghisap air	4	Waktu pengecekan tidak sesuai jadwal	3	pengecekan dan pembersihan secara berkala	4	48
TOTAL RPN									48

Dari hasil FMEA tersebut didapatkan 3 komponen kritis yang akan dijadwalkan interval perawatannya.

3.3.3 Downtime Kerusakan Komponen

Setelah mendapatkan komponen kritis langkah selanjutnya yaitu menghitung total *downtime* pada tiap komponen dari bulan Januari 2019 - Desember 2020.

Tabel 3.9 *Downtime* Komponen *Bearing*.

BEARING				
No.	Tanggal	Mulai(Jam)	Selesai(Jam)	Total Jumlah Perbaikan(Jam)
1	15-Jan-19	8:35	9:40	1,05
2	22-Jan-19	12:08	14:00	1,52
3	11-Jun-19	12:42	14:20	1,38
4	08-Sep-19	11:30	13:00	1,30
5	19-Sep-19	8:03	9:15	1,12
6	22-Sep-19	11:17	12:31	1,14
7	08-Okt-19	8:00	9:13	1,13
8	10-Okt-19	13:20	14:50	1,30
9	23-Jan-20	15:10	16:55	1,45
10	01-Apr-20	9:15	10:30	1,15
11	21-Apr-20	20:10	21:50	1,40
12	29-Apr-20	22:15	23:30	1,15
13	17-Mei-20	14:11	15:22	1,11

14	03-Nov-20	5:30	7:00	1,30
Total Downtime				17,5

Tabel 3.10 *Downtime* Komponen *Electrical*.

ELECTRICAL				
No.	Tanggal	Mulai(Jam)	Selesai(Jam)	Total Jumlah Perbaikan(Jam)
1	27-Feb-19	8:57	10:35	1,38
2	05-Mar-19	14:22	15:32	1,1
3	26-Mar-19	9:28	10:35	1,07
4	25-Nov-19	12:29	14:02	1,33
5	16-Dec-19	13:19	14:25	1,06
6	26-Jan-20	7:10	8:15	1,05
7	22-Feb-20	19:21	21:00	1,39
8	10-Agu-20	8:15	9:30	1,15
9	05-Sep-20	4:15	5:36	1,21
10	27-Sep-20	14:15	15:35	1,25
11	20-Dec-20	7:26	9:35	1,09
Total Downtime				13,08

Tabel 3.11 *Downtime* Komponen *Check Valve*.

Check Valve				
No.	Tanggal	Mulai(Jam)	Selesai(Jam)	Total Jumlah Jam Perbaikan(Jam)
1.	01-Feb-19	9:03	10:50	1,47
2.	05-Apr-19	12:48	14:15	1,27
3.	01-Mei-19	10:30	12:00	1,30
4.	22-Mei-19	10:54	12:22	1,28
Total Downtime				5,32

3.3.4 Perhitungan *Time To Failure* (TTF) dan Perhitungan *Time To Repair* (TTR)

Data waktu kerusakan komponen beserta dan perbaikan berdasarkan dari lembaran catatan perbaikan mesin.

1. *Bearing*

Dalam data ini diambil dari awal mulai kerusakan sampai selesai diperbaiki. Berikut adalah nilai TTR dan TTF *bearing*.

Tabel 3.12 TTR dan TTF Untuk Kerusakan *Bearing*.

BEARING					
No	Tanggal	Mulai(Jam)	Selesai(Jam)	TTR(Jam)	TTF(Jam)
1	15-Jan-19	8:35	9:40	1,05	0
2	22-Jan-19	12:08	14:00	1,52	194,28
3	11-Jun-19	12:42	14:20	1,38	3382,42
4	08-Sep-19	11:30	13:00	1,30	2156,70
5	19-Sep-19	8:03	9:15	1,12	283,03
6	22-Sep-19	11:17	12:31	1,14	97,62
7	08-Okt-19	8:00	9:13	1,13	451,29
8	10-Okt-19	13:20	14:50	1,30	75,67
9	23-Jan-20	15:10	16:55	1,45	2256,20
10	01-Apr-20	9:15	10:30	1,15	1672,20
11	21-Apr-20	20:10	21:50	1,40	513,40
12	29-Apr-20	22:15	23:30	1,15	216,25
13	17-Mei-20	14:11	15:22	1,11	446,41
14	03-Nov-20	5:30	7:00	1,30	4093,68

Adapun contoh perhitungan TTF pada komponen kerusakan

bearing:

- Mesin beroperasi 7 hari dalam seminggu

b. Contoh yang digunakan dalam data tanggal 22 Januari 2019 terjadi kerusakan mulai 12:08 selesai diperbaiki jam 14:00

c. 15 Jan 9:40 sampai 24:00 14.20 jam

15 Jan-22 jan 7 hari kerja x 24 jam 168 jam

22 jan 00:00 sampai 12:08 12.08 jam

Nilai TTF 198.28 jam

2. *Electrical*

Dalam data ini diambil dari awal mulai kerusakan sampai selesai diperbaiki. Berikut adalah nilai TTR dan TTF *electrical*.

Tabel 3.13 TTR dan TTF Untuk Kerusakan *Electrical*.

ELECTRICAL					
No	Tanggal	Mulai (Jam)	Selesai (Jam)	TTR (Jam)	TTF (Jam)
1	27-Feb-19	8:57	10:35	1,38	0
2	05-Mar-19	14:22	15.32	1,10	171,47
3	26-Mar-19	9:28	10:35	1,07	521,56
4	25-Nov-19	12:29	14:02	1,33	5881,54
5	16-Dec-19	13:19	14:25	1,06	526,77
6	26-Jan-20	7:10	8:15	1,05	1000,45
7	22-Feb-20	19:21	21:00	1,39	682,66
8	10-Agu-20	8:15	9:30	1,15	4091,15
9	05-Sep-20	4:15	5:36	1,21	642,45
10	27-Sep-20	14:15	15:35	1,25	560,39
11	20-Dec-20	7:26	9:35	1,09	2031,51

Adapun contoh perhitungan TTF pada komponen kerusakan

electrical:

a. Mesin beroperasi 7 hari dalam seminggu

b. Contoh yang digunakan dalam data tanggal 5 Maret 2019 terjadi kerusakan mulai 14.22 selesai diperbaiki jam 15.32

c. 27 Feb 10:30 sampai 24:00 13.25 jam

27 Feb-5 Mar 6 hari kerja x 24 jam 144 jam

5 Mar 00:00 sampai 14:22 14.22 jam

Nilai TTF 171.47 jam

3. *Check Valve*

Dalam data ini diambil dari awal mulai kerusakan sampai selesai diperbaiki. Berikut adalah nilai TTR dan TTF *check valve*.

Tabel 3.14 TTR dan TTF Untuk Kerusakan *Check Valve*.

CHECK VALVE					
No	Tanggal	Mulai(Jam)	Selesai(Jam)	TTR(Jam)	TTF(Jam)
1	01-Feb-19	9:03	10:50	1,47	0
2	05-Apr-19	12:48	14:15	1,27	1537,58
3	01-Mei-19	10:30	12:00	1,30	643,75
4	22-Mei-19	10:54	12:22	1,28	526,54

Adapun contoh perhitungan TTF pada komponen kerusakan *check valve*:

- Mesin beroperasi 7 hari dalam seminggu
- Contoh yang digunakan dalam data tanggal 5 April 2019 terjadi kerusakan mulai 12.48 selesai diperbaiki jam 14.15
- 1 Feb 10:50 sampai 24:00 13.10 jam
1 Feb-5 Apr 63 hari kerja x 24 jam 1512 jam
5 Apr 00:00 sampai 12:48 12.48 jam

Nilai TTF 1537.58 jam

3.3.5 Identifikasi Pola Distribusi dan Parameter TTR (*Time To Repair*)

Pada perhitungan ini akan dilakukan menggunakan *software mini tab*

16. Langkah awal yang perlu dilakukan adalah menentukan pola distribusi TTR dari tiap komponen dengan melakukan uji terhadap distribusi normal, *lognormal*, *exponensial*, dan *weibull*. Pemilihan

distribusi dilakukan dengan memilih distribusi yang memiliki *index of fit* tertinggi.

Tabel 3.15 Nilai *Index Of Fit* TTR (*Time To Repair*).

No	Komponen	Distribusi	Nilai Index Of Fit
1	Bearing	Normal	0,962
		Exponential	*
		Weibull	0,928
		Lognormal	0,965
2	Electrical	Normal	0,950
		Exponential	*
		Weibull	0,911
		Lognormal	0,955
3	Check Valve	Normal	0,857
		Exponential	*
		Weibull	0,805
		Lognormal	0,862

Berdasarkan tabel 3.18 diatas yang diperoleh menggunakan *software mini tab 16*, dapat diketahui bahwa *index of fit* terbesar komponen *bearing*, *electrical*, dan *check valve* adalah distribusi lognormal dengan komponen *bearing* sebesar 0,965, *electrical* sebesar 0,955 dan *check valve* sebesar 0,862.

3.3.6 Goodness Of Fit Test Untuk TTR (*Time To Repair*)

TTR pada komponen *bearing*, komponen *electrical* dan komponen *check valve* sudah diperoleh nilai *index of fit*, selanjutnya menguji kesesuaian datanya. Uji yang digunakan adalah *Kolmogorov-Smirnov test*, $\alpha=0,05$ untuk uji lognormal. Uji *Kolmogorov-Smirnov test* menggunakan *software spss 25*.

1. Bearing (lognormal)

Komponen *check valve Index of fit* terbesar adalah distribusi lognormal, maka yang digunakan adalah *Kolmogorov-Smirnov test*.

H0: Data berdistribusi lognormal. H1:

Data tidak berdistribusi lognormal.

$\alpha = 0,05$

Bila $D_n > D_{crit}$ maka H0 ditolak

Menggunakan tabel *Kolmogorof-Smirnov*:

$n = 14$ dan $\alpha = 0,05$, maka $D_{crit} = 0,349$

Tabel 3.20 *Output Software SPSS Uji Kolmogorov-Smirnov Bearing*.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		VAR00001
N		14
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	1,2500
	Std. Deviation	,14749
Most Extreme Differences	Absolute	,251
	Positive	,251
	Negative	-,133
Test Statistic		,251
Asymp. Sig. (2-tailed)		,017 ^c
a. Test distribution is Normal.		
b. Calculated from data.		
c. Lilliefors Significance Correction.		

Karena $D_n (0,251) < D_{crit\ 0,05} (0,349)$, maka data berdistribusi lognormal (H0 diterima).

2. *Electrical* (lognormal)

Komponen *electrical Index of fit* terbesar adalah distribusi lognormal, maka yang digunakan adalah *Kolmogorov-Smirnov test*.

H₀: Datta berdistribusi lognormal.

H₁: Data tidak berdiistribusi

lognormal $\alpha = 0,05$

Bila $D_n > D_{crit}$ maka H₀ ditolak

Menggunakan tabel *Kolmogorof-Smirnov*:

$n = 11$ dan $\alpha = 0,05$, maka $D_{crit} = 0,391$

Tabel 3.17 *Output Software SPSS Uji Kolmogorov-Smirnov Electrical*.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		VAR00001
N		11
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	1,1891
	Std. Deviation	,13050
Most Extreme Differences	Absolute	,207
	Positive	,207
	Negative	-,143
Test Statistic		,207
Asymp. Sig. (2-tailed)		,200 ^{c,d}
<p>a. Test distribution is Normal.</p> <p>b. Calculated from data.</p> <p>c. Lilliefors Significance Correction.</p> <p>d. This is a lower bound of the true significance.</p>		

Karena $D_n (0,207) < D_{crit\ 0,05} (0,391)$, maka data berdistribusi lognormal (H_0 diterima).

3. Check Valve (lognormal)

Komponen *check valve Index of fit* terbesar adalah distribusi lognormal, maka yang digunakan adalah *Kolmogorov-Smirnov test*.

H_0 : Data berdistribusi lognormal.

H_1 : Data tidak berdistribusi

lognormal. $\alpha = 0,05$

Bila $D_n > D_{crit}$ maka H_0 ditolak

Menggunakan tabel *Kolmogorof-Smirnov*:

$n = 4$ dan $\alpha = 0,05$, maka $D_{crit} = 0,624$

Tabel 3.18 *Output Software SPSS Uji Kolmogorov-Smirnov Check Valve*.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		VAR00002
N		4
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	1,3300
	Std. Deviation	,09416
Most Extreme Differences	Absolute	,375
	Positive	,375
	Negative	-,262
Test Statistic		,375
Asymp. Sig. (2-tailed)		.c,d

a. Test distribution is Normal.

- | | |
|----|--|
| b. | Calculated from data. |
| c. | Lilliefors Significance Correction. |
| d. | Significance can not be computed because sum of case weights is less than 5. |

Karena $D_n (0,375) < D_{crit 0,05} (0,624)$, maka data berdistribusi lognormal (H_0 diterima).

Sehingga jika dilakukan perhitungan *distribution overview plot software* diperoleh nilai *mean*, *median*, standar deviasi serta *scale parameter*.

Tabel 3.19 Parameter Distribusi TTR Komponen *Bearing, Electrical, Check Valve*.

No	Komponen	Distribusi	Parameter			
			Scale	Median	Mean	Standar Deviasi
1	Bearing	Lognormal	0,112	1,242	1,25	0,140
2	Electrical	Lognormal	0,103	1,182	1,189	0,112
3	Check Valve	Lognormal	0,059	1,327	1,329	0,094

3.3.7 Identifikasi Pola Distribusi dan Parameter TTF (*Time To Failure*)

Pada perhitungan ini akan dilakukan menggunakan *software mini tab* 16. Langkah awal yang dilakukan yaitu menentukan pola distribusi TTF komponen dengan melakukan pengujian terhadap distribusi normal, distribusi lognormal, distribusi eksponensial, dan distribusi weibull. Pemilihan distribusi dilakukan dengan memilih distribusi yang memiliki *index of fit* tertinggi. *Index of fit* digunakan untuk mengetahui distribusi yang saling sesuai.

Tabel 3.20 Nilai *Index Of Fit* TTF (*Time To Failure*).

No	Komponen	Distribusi	Nilai Index Of Fit
1	Bearing	Normal	0,902
		Exponential	*
		Weibull	0,959
		Lognormal	0,976
2	Electrical	Normal	0,845
		Exponential	*
		Weibull	0,925
		Lognormal	0,959
3	Check Valve	Normal	0,914
		Exponential	*
		Weibull	0,909
		Lognormal	0,941

Berdasarkan tabel 3.20 diatas yang diperoleh menggunakan *software mini tab 16*, dapat diketahui bahwa *index of fit* terbesar komponen *bearing*, *electrical* dan *check valve* adalah distribusi lognormal, dengan komponen *bearing* sebesar 0,976, *electrical* sebesar 0,959 dan *check valve* sebesar 0,941.

3.3.8 Goodness Of Fit Test Untuk TTF (*Time To Failure*)

TTF pada komponen *bearing*, komponen *electrical* dan komponen *check valve* sudah diperoleh nilai *index of fit*, selanjutnya menguji kesesuaian datanya. Uji yang digunakan adalah *Kolmogorov-Smirnov test*, $\alpha=0,05$ untuk uji lognormal. Uji *Kolmogorov-Smirnov test* menggunakan *software spss 25*.

1. *Bearing* (lognormal)

Komponen *bearing Index of fit* terbesar adalah distribusi lognormal, maka yang digunakan adalah *Kolmogorov-Smirnov test*.

H0: Data berdistribusi lognormal

H1: Data tidak berdistribusi

lognormal $\alpha = 0,05$

Bila $D_n > D_{crit}$ maka H0 ditolak

Menggunakan tabel *Kolmogorof-Smirnov*:

$n = 13$ dan $\alpha = 0,05$, maka $D_{crit} = 0,361$

Tabel 3.21 *Output Software SPSS Uji Kolmogorov-Smirnov Bearing.*

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		VAR00001
N		13
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	6,3782
	Std. Deviation	1,34692
Most Extreme Differences	Absolute	,165
	Positive	,156
	Negative	-,165
Test Statistic		,165
Asymp. Sig. (2-tailed)		,200 ^{c,d}
<p>a. Test distribution is Normal. b. Calculated from data. c. Lilliefors Significance Correction. d. This is a lower bound of the true significance.</p>		

Karena $D_n (0,165) < D_{crit\ 0,05} (0,361)$, maka data berdistribusi lognormal (H_0 diterima).

2. *Electrical* (lognormal)

Komponen *electrical Index of fit* terbesar adalah distribusi lognormal, maka yang digunakan adalah *Kolmogorov-Smirnov test*.

H_0 : Data berdistribusi lognormal H_1 :

Data tidak berdistribusi lognormal α

= 0,05

Bila $D_n > D_{crit}$ maka H_0 ditolak

Menggunakan tabel *Kolmogorof-Smirnov*:

$n = 10$ dan $\alpha = 0,05$, maka $D_{crit} = 0,409$

Tabel 3.22 *Output Software SPSS Uji Kolmogorov-Smirnov Electrical.*

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		VAR00001
N		10
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	1610,9950
	Std. Deviation	1893,75061
Most Extreme Differences	Absolute	,326
	Positive	,326
	Negative	-,224
Test Statistic		,326
Asymp. Sig. (2-tailed)		,003 ^c
a. Test distribution is Normal. b. Calculated from data. c. Lilliefors Significance Correction.		

Karena $D_n (0,326) < D_{crit\ 0,05} (0,409)$, maka data berdistribusi lognormal (H0 diterima).

3. Check Valve (lognormal)

Komponen *check valve Index of fit* terbesar adalah distribusi lognormal, maka yang digunakan adalah *Kolmogorov-Smirnov test*.

H0: Data berdistribusi lognormal.

H1: Data tidak berdistribusi

lognormal. $\alpha = 0,05$

Bila $D_n > D_{crit}$ maka H0 ditolak

Menggunakan tabel *Kolmogorof-Smirnov*:

$n = 3$ dan $\alpha = 0,05$, maka $D_{crit} = 0,708$

Tabel 3.23 *Output Software SPSS Uji Kolmogorov-Smirnov CheckValve.*

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		VAR00002
N		3
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	902,6233
	Std. Deviation	553,00273
Most Extreme Differences	Absolute	,347
	Positive	,347
	Negative	-,248
Test Statistic		,347
Asymp. Sig. (2-tailed)		.c,d
a. Test distribution is Normal. b. Calculated from data. c. Lilliefors Significance Correction. d. Significance can not be computed because sum of case weights is less than 5.		

Karena $D_n (0,347) < D_{crit\ 0,05} (0,708)$, maka data berdistribusi lognormal (H_0 diterima).

Sehingga jika dilakukan perhitungan *distribution overview plot software* diperoleh nilai *mean, median, standar deviasi* serta *scale parameter*

Tabel 3.24 Parameter Distribusi TTF Komponen *Bearing, Electrical, Check Valve*.

No	Komponen	Distribusi	Parameter			
			Scale	Median	Mean	Standar Deviasi
1	Bearing	Lognormal	1,294	588,856	1360,36	2832,97
2	Electrical	Lognormal	1,010	944,713	1574,40	2098,96
3	Check Valve	Lognormal	0,465	804,752	896,674	440,644

3.3.9 Perhitungan MTTF (*Mean Time To Failure*) dan MTTR (*Mean Time To Repair*)

Setelah dilakukan perhitungan parameter, tahap selanjutnya yaitu melakukan perhitungan MTTF dan MTTR pada komponen *bearing, electrical, dan check valve* sesuai dengan distribusi masing-masing.

Berikut perhitungan MTTF dan MTTR.

1. *Bearing*

$$MTTF = t_{med} \cdot e^{\frac{s^2}{2}} = 588,856 \times 2,718^{\frac{1,294^2}{2}} = 1360,10 \text{ jam}$$

$$MTTR = t_{med} \cdot e^{\frac{s^2}{2}} = 1,242 \times 2,718^{\frac{0,112^2}{2}} = 1,25 \text{ jam}$$

2. *Electrical*

$$MTTF = t_{med} \cdot e^{\frac{s^2}{2}} = 944,713 \times 2,718^{\frac{1,010^2}{2}} = 1573,22 \text{ jam}$$

$$MTTR = t_{med} \cdot e^{\frac{s^2}{2}} = 1,182 \times 2,718^{\frac{0,103^2}{2}} = 1,19 \text{ jam}$$

3. *Check Valve*

$$MTTF = t_{med} \cdot e^{\frac{s^2}{2}} = 804,752 \times 2,718^{\frac{0,465^2}{2}} = 896,62 \text{ jam}$$

$$MTTR = t_{med} \cdot e^{\frac{s^2}{2}} = 1,327 \times 2,718^{\frac{0,059^2}{2}} = 1,33 \text{ jam}$$

3.3.10 Perhitungan *Reliability* Komponen

Berikut perhitungan keandalan komponen

1. *Bearing* Diketahui:

$$t = 1360,10 \text{ s} =$$

$$1,294$$

$$t_{med} = 588,856$$

$$R(t) = 1 - \Phi\left[\frac{t}{s} \ln\left(\frac{t}{t_{med}}\right)\right]$$

$$= 1 - \Phi\left[\frac{1,294}{1,294} \ln\left(\frac{1360,10}{588,856}\right)\right]$$

$$= 1 - \Phi[0,647]$$

$$= 1 - 0,74$$

$$= 0,26$$

2. *Electrical*

Diketahui:

$$t = 1573,22 \text{ s} =$$

$$1,010$$

$$t_{med} = 944,713$$

$$R(t) = 1 - \Phi\left[\frac{t}{s} \ln\left(\frac{t}{t_{med}}\right)\right]$$

$$= 1 - \Phi\left[\frac{1,010}{1,010} \ln\left(\frac{1573,22}{944,713}\right)\right]$$

$$1,010 \quad 944,713$$

$$= 1 - \Phi[0,505]$$

$$= 1 - 0,71$$

$$= 0,29$$

3. Check Valve

$$t =$$

$$896,62 \text{ s}$$

$$=$$

$$0,465$$

$$t_{med} = 804,752$$

$$R(t) = 1 - \Phi\left[\frac{t}{t_{med}}\right]$$

$$= 1 - \Phi\left[\frac{896,62}{804,752}\right]$$

$$= 1 - \Phi[0,232]$$

$$= 1 - 0,59$$

$$= 0,41$$

Diketahui *reliability* komponen untuk *bearing* $t = 1360,10$ diperoleh $0,26 = 26\%$, untuk komponen *electrical* $t = 1573,22$ diperoleh $0,29 = 29\%$, komponen *check valve* $t = 896,62$ diperoleh $0,41 = 41\%$.

3.3.11 Penentuan Interval Waktu Penggantian Pencegahan

Karena perusahaan menginginkan penggantian komponen pada saat keandalan *minimum* 50% maka perhitungan sebelumnya komponen

bearing dengan $t = 1360,10$ adalah 0,26 atau 26%, untuk komponen *electrical* dengan $t = 1573,22$ adalah 0,29 atau 29%, dan komponen *check valve* dengan $t = 896,62$ adalah 0,41 atau 41% akan dilakukan perhitungan kembali agar mendapatkan waktu penggantian pencegahan pada saat keandalan *minimum* 50%.

Tabel 3.25 Interval Pencegahan Penggantian Tiap Komponen.

No	Komponen	Keandalan	Interval Penggantian (Jam)	Keandalan	Interval Penggantian (Jam)
1	Bearing	26%	1360,10	51%	600
2	Electrical	29%	1573,22	53%	1000
3	Check Valve	41%	896,62	52%	825

Dari tabel 3.28 diatas dapat diketahui untuk interval penggantian pencegahan pada komponen *bearing* dengan keandalan 51% adalah 600 jam atau 25 hari, untuk komponen *electrical* dengan keandalan 53% interval penggantian 1000 jam atau 41,7 hari, dan komponen *check valve* dengan keandalan 52% interval penggantian 825 jam atau 34,4 hari.

3.3.12 Penentuan Interval Pemeriksaan Komponen

Berikut adalah perhitungan interval pemeriksaan komponen:

1. *Bearing*

- a. Total jam kerja per-bulan.

Total kerja perbulan = 26 hari

Total kerja perhari = $7 \frac{1}{2}$ jam

$$\text{Jam kerja perbulan} = 26 \times 7 \frac{1}{2} = 187,2 \text{ jam}$$

b. Total jumlah kerusakan.

$$\text{Total jumlah kerusakan selama 2 tahun} = 14 \text{ kali}$$

c. Waktu rata-rata perbaikan

$$\frac{1}{\mu} = \frac{MTTR}{\text{rata-rata jam kerja perbulan}} = \frac{1,25}{187,2} = 0,007$$

$$\mu = \frac{1}{0,007} = 142,86$$

d. Rata-rata waktu pemeriksaan

$$\text{Rata-rata 1 kali pemeriksaan} = 45 \text{ menit} = 0,75 \text{ jam}$$

$$\frac{1}{i} = \frac{\text{rata-rata 1 kali pemeriksaan}}{\text{rata-rata kerja per bulan}} = \frac{0,75}{187,2} = 0,004$$

$$i = \frac{1}{0,004} = 250$$

e. Rata-rata waktu kerusakan

$$k = \frac{\text{jumlah kerusakan per 2 tahun}}{24} = \frac{14}{24} = 0,583$$

f. Frekuensi pemeriksaan optimal

$$n = \sqrt{\frac{k \times i}{\mu}} = \sqrt{\frac{0,583 \times 250}{142,86}} = 1,01$$

g. Interval waktu pemeriksaan

$$t_i = \frac{\text{rata-rata jam kerja per bulan}}{n} = \frac{187,2}{1,01} = 183 \text{ jam}$$

2. Electrical

a. Total jam kerja per-bulan.

Total jam kerja per-bulan = 26 hari

Total jam kerja tiap hari = $7 \frac{1}{2}$ jam

Rata-rata jam kerja perbulan = $26 \times 7 \frac{1}{2} = 187,2$ jam

b. Total jumlah kerusakan

Total jumlah kerusakan selama 2 tahun = 11 kali

c. Rata-rata waktu perbaikan.

$$\frac{1}{\mu} = \frac{MTTR_{1,19}}{\text{rata-rata jam kerja perbulan}} = \frac{1,19}{187,2} = 0,006$$

$$\mu = \frac{1}{0,006} = 166,67$$

d. Rata-rata waktu pemeriksaan.

Rata-rata 1 kali pemeriksaan = 50 menit = 0,83 jam

$$\frac{1}{i} = \frac{\text{rata-rata 1 kali pemeriksaan}}{\text{rata-rata kerja per bulan}} = \frac{0,83}{187,2} = 0,008$$

$$i = \frac{1}{0,008} = 125$$

e. Rata-rata kerusakan.

$$k = \frac{\text{jumlah kerusakan per 2 tahun}}{24} = \frac{11}{24} = 0,458$$

f. Frekuensi pemeriksaan optimal.

$$n = \sqrt{\frac{k \times i}{\mu}} = \sqrt{\frac{0,458 \times 125}{166,67}} = 0,58$$

g. Interval waktu pemeriksaan.

$$\text{rata-rata jam kerja per bulan} = 187,2$$

$$t_i = \frac{\quad}{n} = \frac{\quad}{0,58} = 322 \text{ jam}$$

3. Check Valve

a. Total jam kerja per-bulan

Total jam kerja perbulan = 26 hari

Total jam kerja perhari = $7 \frac{1}{2}$ jam

Rata-rata jam kerja perbulan = $26 \times 7 \frac{1}{2} = 187,2$ jam

b. Total kerusakan

Total kerusakan selama 2 tahun = 4 kali

c. Rata-rata waktu perbaikan.

$$\frac{1}{\mu} = \frac{MTTR \text{ 1,33}}{\text{rata-rata jam kerja perbulan } 187,2} = 0,007$$

$$\mu = \frac{1}{1/\mu} = \frac{1}{0,007} = 142,86$$

d. Rata-rata waktu pengecekan.

Rata-rata 1 kali pengecekan = 30 menit = 0,50 jam

$$i = \frac{1}{\text{rata-rata 1 kali pengecekan } 0,50} = \frac{1}{\text{rata-rata kerja per bulan } 187,2} = 0,003$$

$$i = \frac{1}{1/i} = \frac{1}{0,003} = 370$$

e. Rata-rata kerusakan.

$$k = \frac{\text{jumlah kerusakan per 2 tahun}}{24} = \frac{4}{24} = 0,17$$

f. Frekuensi pemeriksaan optimal.

$$n = \sqrt{\frac{k \times i}{\mu}} = \sqrt{\frac{0,17 \times 370}{142,86}} = 0,66$$

g. Interval waktu pemeriksaan.

$$ti = \frac{\text{rata-rata jam kerja per bulan}}{n} = \frac{187,2}{0,66} = 284 \text{ jam}$$

BAB IV

ANALISIS HASIL PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini membahas analisa berdasarkan data yang sudah dikumpulkan dan diolah bab sebelumnya. Analisa dari penentuan mesin kritis, TTF, TTR, menghitung MTTF dan MTTR, menentukan distribusi yang tepat dan menghitung tingkat keandalan mesin.

4.1 Analisis *Downtime* Kerusakan Mesin

Berikut adalah hasil *downtime* kerusakan dari masing-masing mesin pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 *Downtime* Kerusakan Mesin Pompa Dosing, Mesin Pompa Distribusi Ebara, Mesin Pompa Intake.

No	Mesin	Total Downtime (Jam)
1	Mesin Pompa Dosing	21,87
2	Mesin Pompa Distribusi Ebara	35,90
3	Mesin Pompa Intake	19,56

Tabel 4.2 *Downtime* Mesin Pompa.

No	Mesin.	(Jam) Downtime	Downtime%	Downtime Kumulatif%
1.	Mesin Pompa Dosing	21,87	28,28	28,3
2.	Mesin Pompa Distribusi Ebara	35,90	46,42	74,7
3.	Mesin Pompa Intake	19,56	25,29	100
Jumlah		77,33	100	

Dari hasil diatas, dapat dilihat *downtime* terbesar berada pada mesin pompa distribusi ebara sebesar 46,42%. Setelah mendapatkan hasil

presentase *downtime* terbesar selanjutnya akan diolah untuk menentukan komponen kritis pada mesin pompa distribusi ebara dengan FMEA.

4.2 Analisis FMEA (*Failure Mode And Effect Analysis*)

Dari semua hasil perhitungan menggunakan tabel FMEA terdapat 3 komponen kritis dari mesin pompa distribusi Ebara yaitu bearing dengan RPN 118, electrical dengan RPN 135 dan check valve dengan RPN 48.

Tabel 4.3 *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) Pada Mesin Pompa Distribusi Air Ebara.

No	Komponen	Total RPN
1	Bearing	118
2	Electrical	135
3	Check Valve	48

4.3 Analisis Distribusi *Time To Failure* (TTF) dan *Time To Repair* (TTR)

Setelah menentukan komponen kritis, langkah selanjutnya menghitung TTF dan TTR dari masing-masing komponen dan menentukan distribusi dari TTF dan TTR.

4.3.1 Analisis Distribusi Komponen Mesin Pompa Distribusi Ebara

Pada perhitungan ini akan dilakukan menggunakan *software mini tab* 16 untuk menentukan distribusi normal, lognormal, *exponensial*, dan *weibull* pada tiap komponen.

Tabel 4.4 Nilai *Index Of Fit* TTF dan TTR Tiap Komponen.

No	Komponen	Distribusi	Nilai Index Of Fit TTF	Distribusi	Nilai Index Of Fit TTR
1	Bearing	Normal	0,902	Normal	0,962
		Exponential	*	Exponential	*
		Weibull	0,959	Weibull	0,928
		Lognormal	0,976	Lognormal	0,965
2	Electrical	Normal	0,845	Normal	0,95
		Exponential	*	Exponential	*
		Weibull	0,925	Weibull	0,911
		Lognormal	0,959	Lognormal	0,955
3	Check Valve	Normal	0,914	Normal	0,857
		Exponential	*	Exponential	*
		Weibull	0,909	Weibull	0,805
		Lognormal	0,941	Lognormal	0,862

4.3.2 Analisis *Goodness Of Fit* Time To Failure (TTF) dan Time To Repair (TTR)

Berikut adalah analisis hasil *Goodness Of Fit* test dari masing-masing komponen.

Tabel 4.5 Uji *Goodnes Of Fit* Komponen *Bearing*, *Electrical*, dan *Check Valve*.

No	Komponen	Distribusi	<i>Kolmogorov-Smirnov</i> Test (Dn)	Dcrit ($\alpha = 0,05$)	Keputusan Hipotesa
1	Bearing (TTF)	Lognormal	0,165	(n=13) 0,361	Terima
2	Bearing (TTR)	Lognormal	0,251	(n=14) 0,349	Terima
3	Electrical (TTF)	Lognormal	0,326	(n=10) 0,409	Terima
4	Electrical (TTR)	Lognormal	0,207	(n=11) 0,391	Terima
5	Check Valve (TTF)	Lognormal	0,347	(n=3) 0,708	Terima
6	Check Valve (TTR)	Lognormal	0,375	(n=4) 0,624	Terima

Pada tabel diatas diperoleh hasil pada masing-masing komponen berdistribusi lognormal dan H0 diterima.

4.4 Analisis *Mean Time To Failure* (MTTF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR)

Setelah dilakukan perhitungan parameter, tahap selanjutnya yaitu melakukan perhitungan MTTF dan MTTR.

Tabel 4.6 MTTF dan MTTR Komponen *Bearing*, *Electrical* dan *Check Valve*.

No	Komponen	Distribusi	MTTF (Jam)	Distribusi	MTTR (Jam)
1	Bearing	Lognormal	1360,10	Lognormal	1,25
2	Electrical	Lognormal	1573,22	Lognormal	1,19
3	Check Valve	Lognormal	896,62	Lognormal	1,33

4.5 Analisis Perhitungan *Reliability* Komponen

Diketahui *reliability* komponen untuk bearing $t = 1360,10$ diperoleh $0,26 = 26\%$, *electrical* $t = 1573,22$ diperoleh $0,29 = 29\%$, dan *check valve* $t = 896,62$ diperoleh $0,41 = 41\%$. Karena perusahaan menginginkan penggantian komponen pada saat minimum keandalan 50% maka dilakukan perhitungan seperti pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Interval Waktu Penggantian Pencegahan Tiap Komponen Dengan Keandalan Diatas 50%.

No	Komponen	Keandalan	Interval Penggantian (Jam)	Keandalan	Interval Penggantian (Jam)
1	Bearing	26%	1360,10	51%	600
2	Electrical	29%	1573,22	53%	1000
3	Check Valve	41%	896,62	52%	825

4.6 Analisis Interval Penggantian Pencegahan dan Pemeriksaan Komponen

Berdasarkan *decisionworksheet* RCM, untuk komponen yang mengalami kerusakan tindakan yang perlu dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.8 sebagai berikut:

Tabel 4.8 Kegiatan Perawatan dan Interval Penggantian Pencegahan.

	Komponen Kritis	Jenis Kerusakan	Kegiatan Perawatan	Interval Perawatan (Jam)
Mesin Pompa Distribusi Ebara	Bearing	Bearing longgar	Penggantian Komponen	600
		Bearing macet/aus	Penggantian Komponen	
	Electrical	Timer Otomatis Error	Pengecekan Komponen	1000
		MCB turun saat perpindahan pompa	Pengecekan Komponen	
	Check Valve	Penutup kotor	Pengecekan Komponen	825

1. Pada komponen *bearing* dengan interval 600 jam dilakukan tindakan penggantian komponen sesuai dengan masa usia pakai komponen agar tidak menghambat proses produksi.
2. Pada komponen *electrical* dengan interval 1000 jam dilakukan tindakan pengecekan komponen untuk dapat mengurangi kemacetan pada produksi.
3. Pada komponen *check valve* dengan interval 825 jam perlu tindakan pengecekan komponen untuk mengurangi kendala yang bisa menghambat proses produksi.

Dari hasil yang sudah didapatkan maka didapatkan interval perawatan mesin yang tepat untuk *preventive maintenance*. Sedangkan hasil yang didapatkan untuk interval pemeriksaan adalah:

1. Pada komponen *bearing* dengan interval waktu pemeriksaan adalah 183 jam, pemeriksaan yang dilakukan adalah secara visual untuk memastikan komponen bekerja dengan baik dengan mendengar suara mesin atau melihat komponen apakah berjalan dengan normal atau tidak..
2. Pada komponen *electrical* dengan interval waktu pemeriksaan adalah 322 jam guna mengetahui komponen bekerja dengan baik, pemeriksaan yang dilakukan biasanya secara visual dengan mendengar suara mesin atau melihat komponen apakah berjalan dengan normal atau tidak..
3. Pada komponen *check valve* dengan interval waktu pemeriksaan 284 jam guna mengetahui komponen bekerja dengan baik, pemeriksaan dilakukan secara visual dengan mendengar suara mesin atau melihat komponen apakah berjalan dengan normal atau tidak.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari pengumpulan, pengolahan dan analisa data yang ada pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu:

1. Dari data yang diambil dari bulan Januari 2019 – Desember 2020 mesin pompa distribusi air Ebara mengalami kerusakan sebanyak 28 kali, komponen yang mengalami kerusakan yaitu *bearing* 14 kali, *electrical* 11 kali dan *check valve* 4 kali.
2. Berdasarkan perhitungan keandalan pada bab sebelumnya keandalan komponen yang mengalami kerusakan yaitu:
 - a. *Bearing* 26%
 - b. *Electrical* 29%
 - c. *Check valve* 41%
3. Interval penggantian untuk komponen yang memiliki kegagalan potensial diantaranya adalah komponen *bearing* interval penggantian 600 jam atau 25 hari dengan keandalan komponen sudah mencapai 51%, komponen *electrical* interval pengecekan komponen 1000 jam atau 41,7 hari dengan keandalan komponen sudah mencapai 53%, dan *check valve* interval pengecekan komponen 825 jam atau 34,4 hari dengan keandalan komponen sudah mencapai 52%.

5.2 Saran

Perusahaan diharapkan melakukan tindakan *preventif maintenance* secara teratur agar terhindar dari berhentinya proses produksi karena terjadi kerusakan.

DAFTAR PUSTAKA

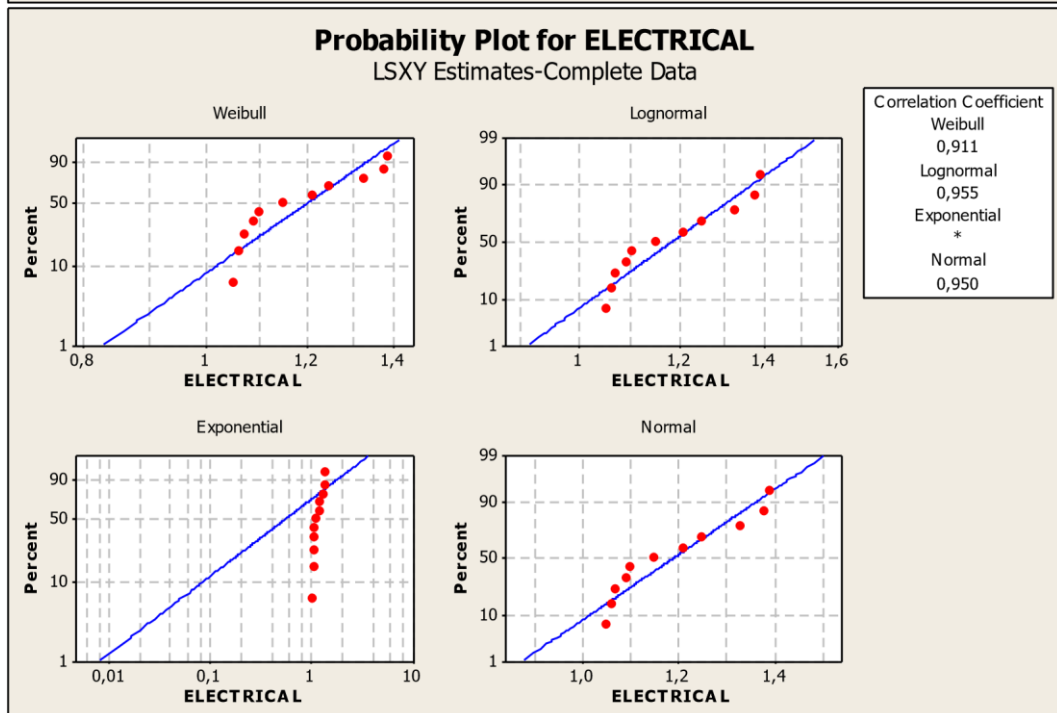
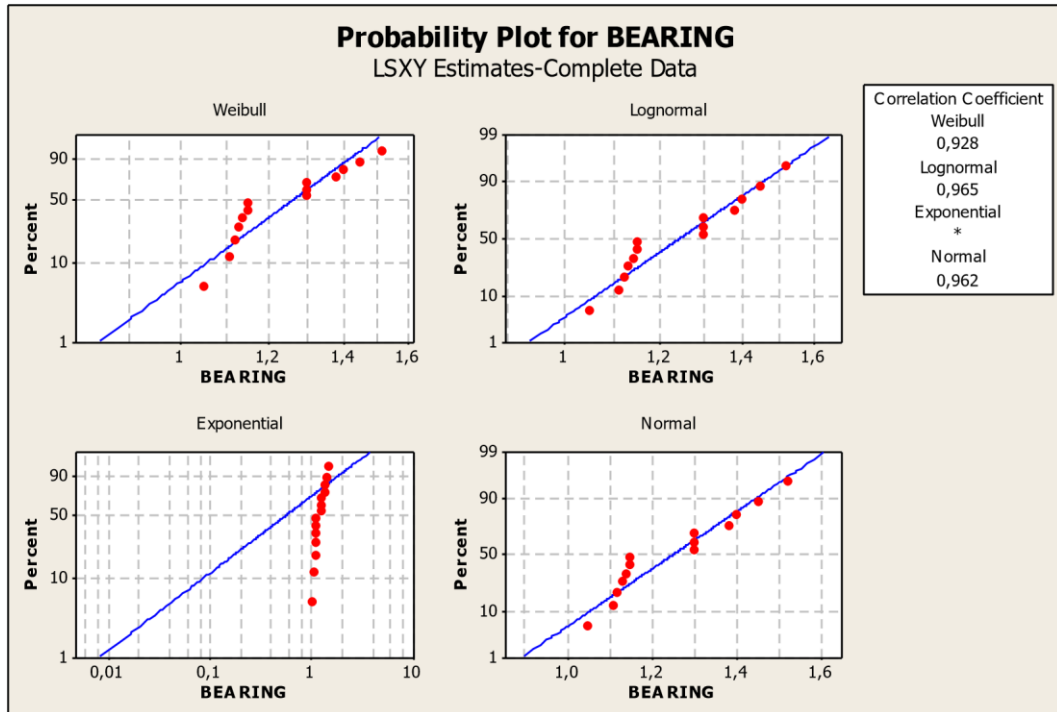
- Azis, M. T., Suprawhardana, M. S., & Purwanto, T. P. (2010). Penerapan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Berbasis Web Pada Sistem Pendingin Primer di Reaktor Serba Guna GA. Siwabessy. *JFN, Vol 4 No. 1, Mei 2010 ISSN 1978-8738*, 81-98.
- Charles, E. E. (1997). *Introduction To Reliability And Maintainability Engineering*. Singapore: McGraw-Hill.
- Fiatno, A., Jumali, D., & Misrianto. (2018). Penerapan Reliability Centred Maintenance (RCM) Pada Poros Roda Depan Isuzu Type cxz-51. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN) Vol. 1, 1 April 2018 e-ISSN 26208962*, 9-14.
- Govil, A. K. (1983). *Reliability Engineering*. New Delhi: Tata McGraw-Hill.
- Handoko, T. H. (2010). *Dasar-Dasar Manajemen Produksi dan Operasi*. Yogyakarta: BPFE-Yogyakarta.
- Kurniawan, D., Trismawati, & Prihatiningsih, T. (2021). Perbaikan Perawatan Mesin Rotary Lathe Dengan Metode Reliability Centred Maintenance (RCM) Menggunakan Pendekatan Overall Equipment Effectiveness (OEE). *Jurnal Senopati Vol 2 No.2 April 2021 e-ISSN: 2714-7010*, 84-91.
- Kurniawan, E., & Taufiqurrahman, M. (2017). Analisis Tingkat Keandalan dan Penentuan Interval Waktu Perawatan Mesin Pompa Distribusi Pada PDAM Tirta Muare Ulakan Sambas. *Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta , 1-2 November 2017 p- ISSN : 2407 – 1846 eISSN : 2460 – 8416*, 1-6.
- Kurniawan, F. (2013). *Manajemen Perawatan Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kurniawan, R. A., & Mujayin, H. (2015). Usulan perawatan Mesin Stitching Dengan Metode Reliability Centered Maintenance. *Jurnal Teknik Industri, Vol. 16, No. 2, Agustus 2015, pp. 83-91 ISSN 1978-1431 print / ISSN 25274112 online*, 83-91.
- Maarif, M. A. (2020). Manajemen Perawatan Truk Jenis Mitsubishi Dengan Pendekatan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Study Kasus di CV. Barokah Djaya. *JISO: Journal Of Industrial And Systems Optimization Volume 3, Nomor 1, Juni 2020, 41-46 ISSN 2622-8971 online ISSN 2522-898X print*, 41-46.

- Mufarikhah, N., Pribadi, T. W., & Soejitno. (2016). Studi Implementasi RCM Untuk Peningkatan Produktivitas Dok Apung. *JURNAL TEKNIK ITS Vol. 5, No. 2, (2016) ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print)* , 136-141.
- Nuradi. (2019). Analisa Pengujian Dry Gas Seal Type 28AT Tandem Untuk Meningkatkan Reliability Dry Gas Seal di Kompresor Sentrifugal. *SINTEK JURNAL, Vol. 13 No. 2, Desember 2019 p-ISSN: 2088-9038, eISSN: 2549-9645, 73-79.*
- Pranoto, H. (2015). *Reliability Centred Maintenance*. Jakarta: Mitra Wacana Media.
- Purnomo, H. (2004). *Pengantar Teknik Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Tampubolon, M. P. (2014). *Manajemen Operasional*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Wibowo, T. J., & Sadriana, A. N. (2015). Perencanaan Pemeliharaan Mesin Dengan Metode Reliability Centred Maintenance di PT.X. *TI - 004 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta , 17 November 2015 ISSN : 2407 – 1846 e-ISSN : 2460 – 8416, 1-6.*
- Yuhelson, Syam, B., Sinullingga, S., & Isranuri, I. (2010). Analisis Reliability dan Aviability Mesin Pabrik Kelapa Sawit PT. Perkebunan Nusantara 3. *Jurnal Dinamis Vol. II, No.6 ISSN 0216-7492, 6-22.*

LAMPIRAN

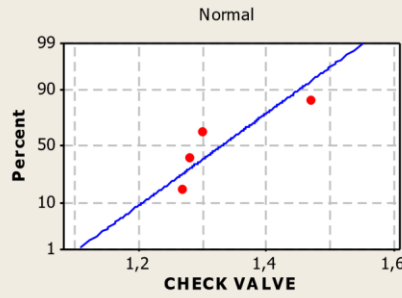
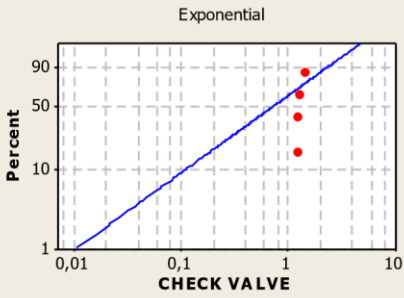
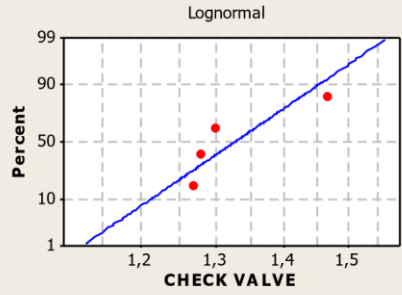
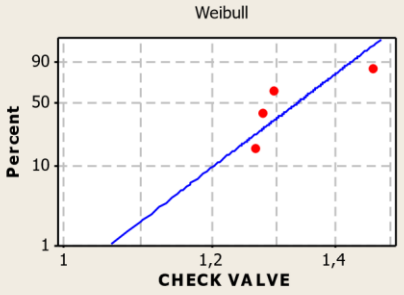
INDEX OF FIT TTR KOMPONEN BEARING, ELECTRICAL CHECK

VALVE.



Probability Plot for CHECK VALVE

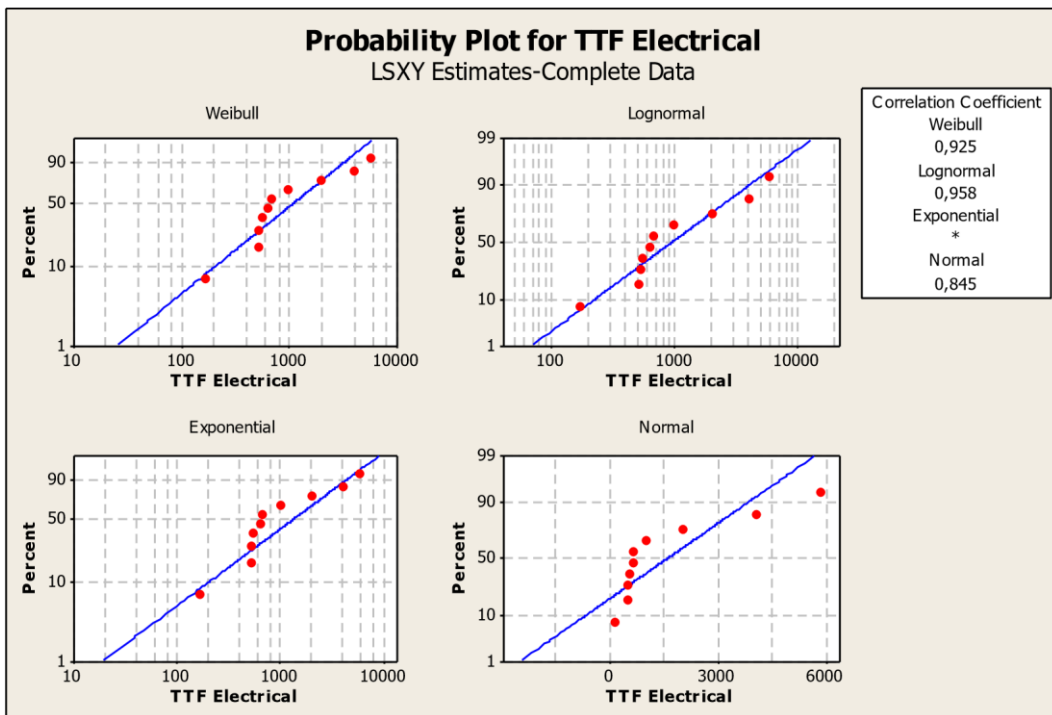
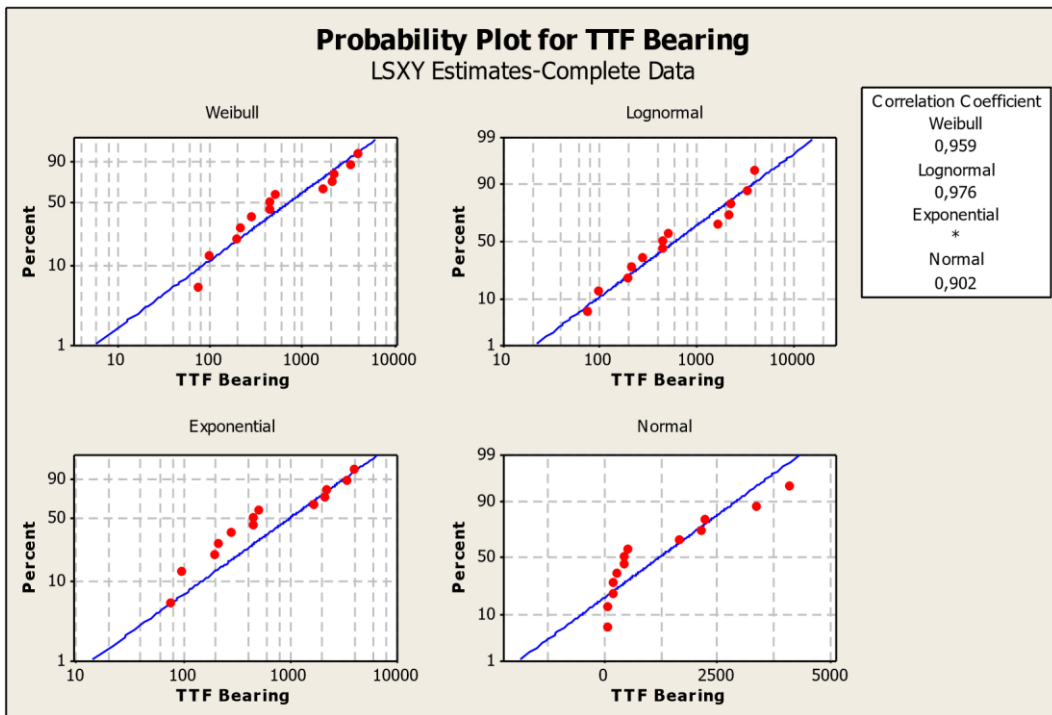
LSXY Estimates-Complete Data

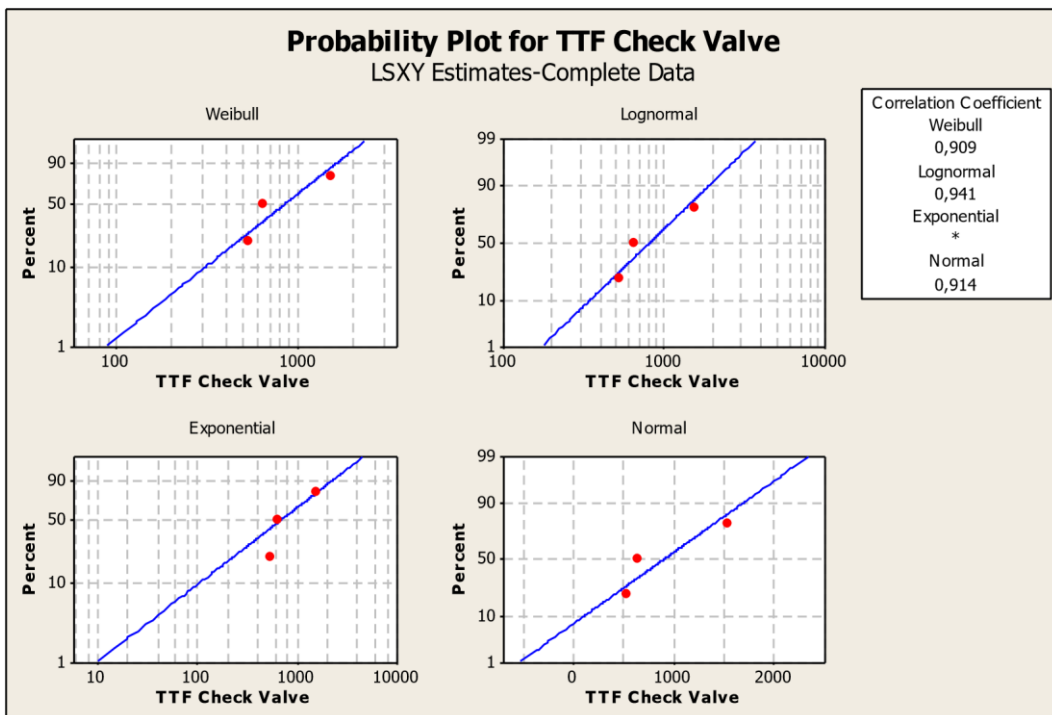


Correlation Coefficient	
Weibull	0,805
Lognormal	0,862
Exponential	*
Normal	0,857

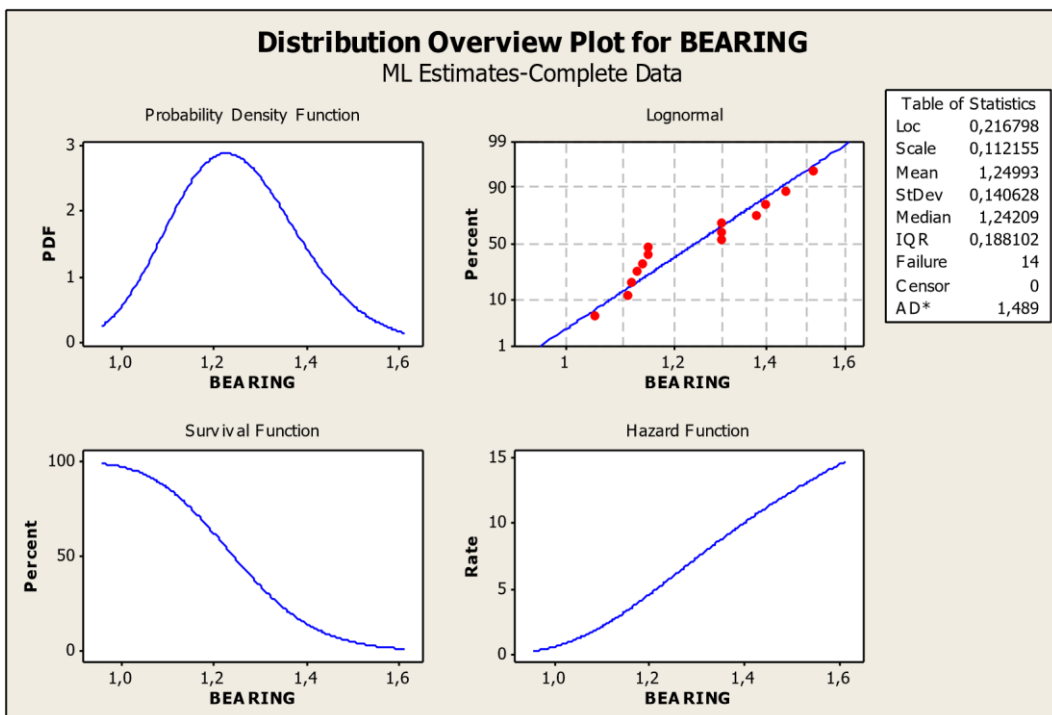
INDEX OF FIT TTF KOMPONEN BEARING, ELECTRICAL CHECK

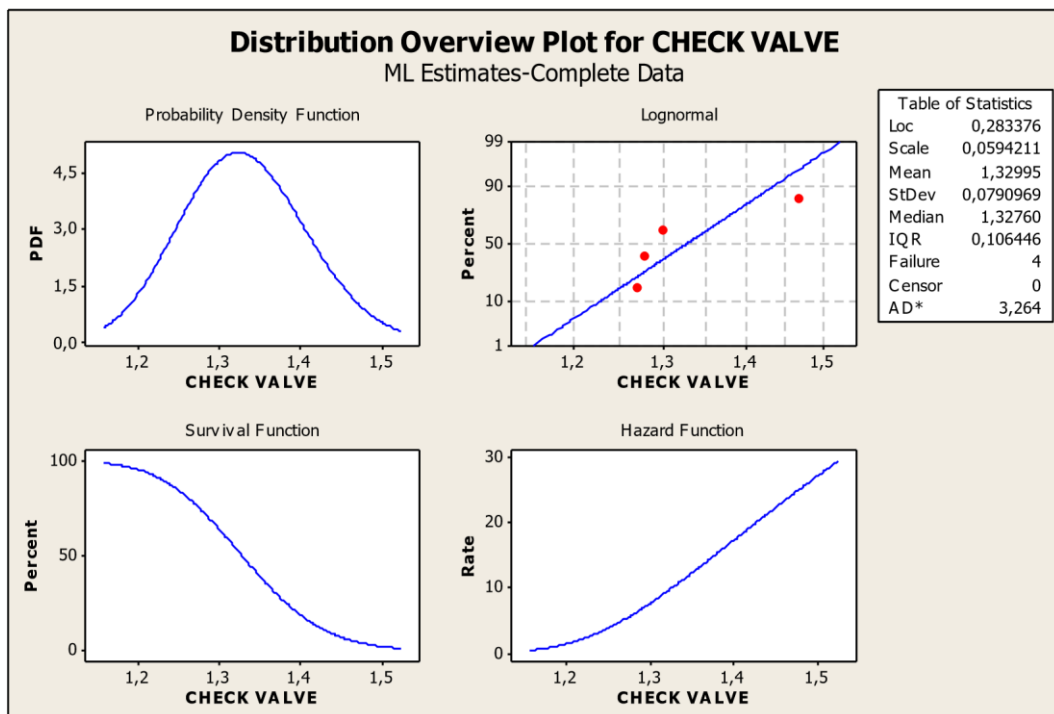
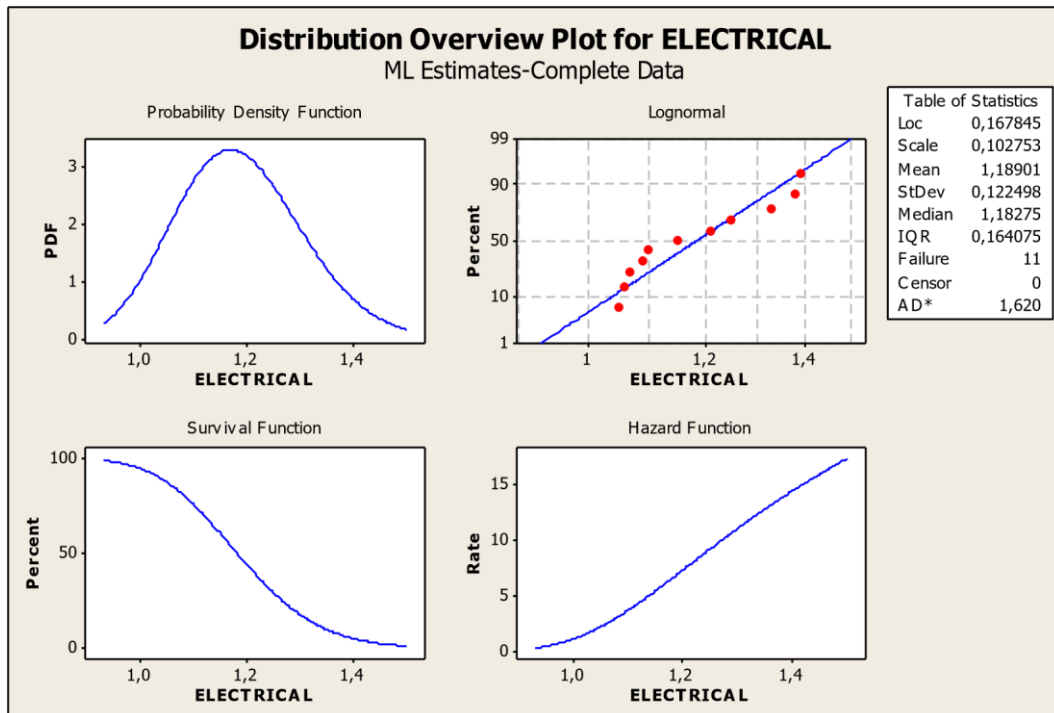
VALVE.



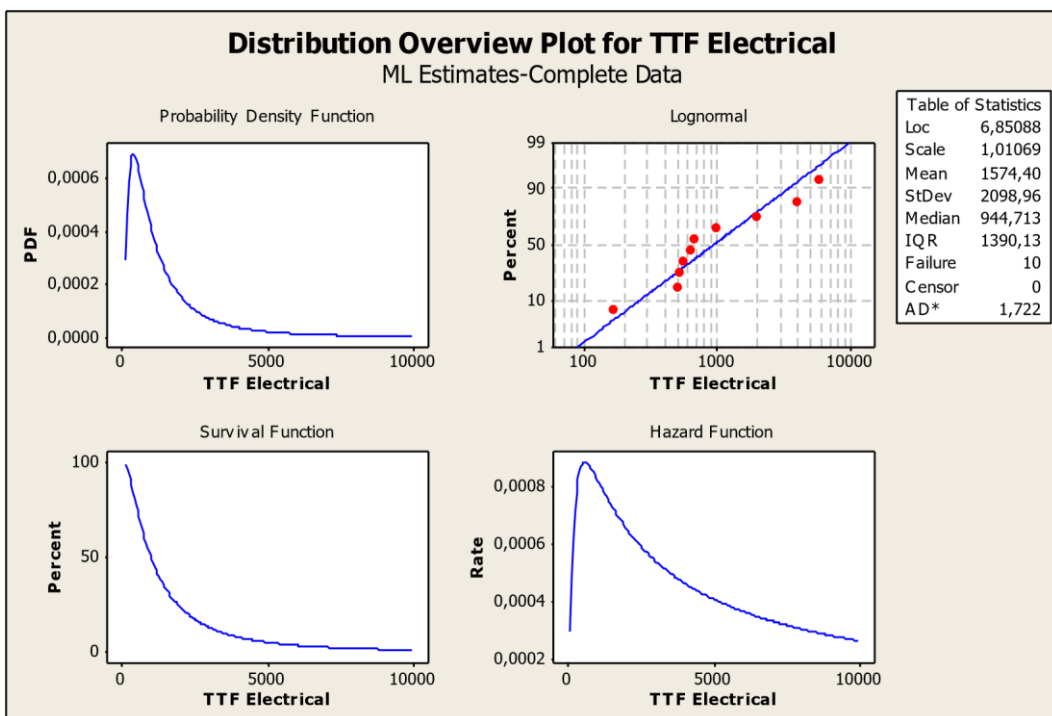
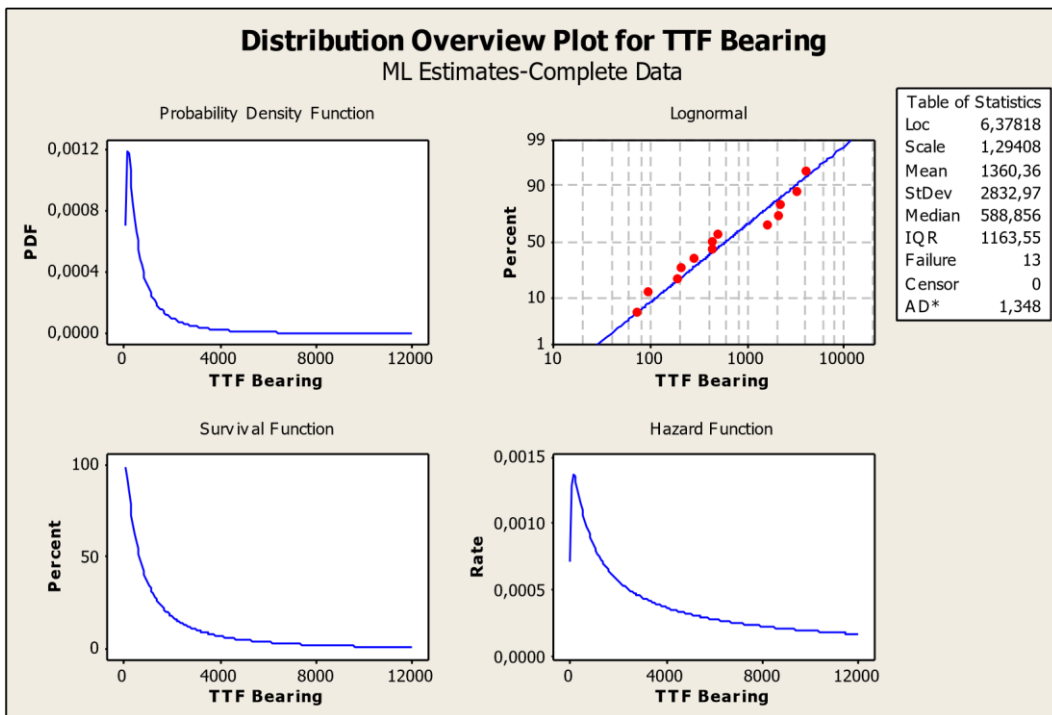


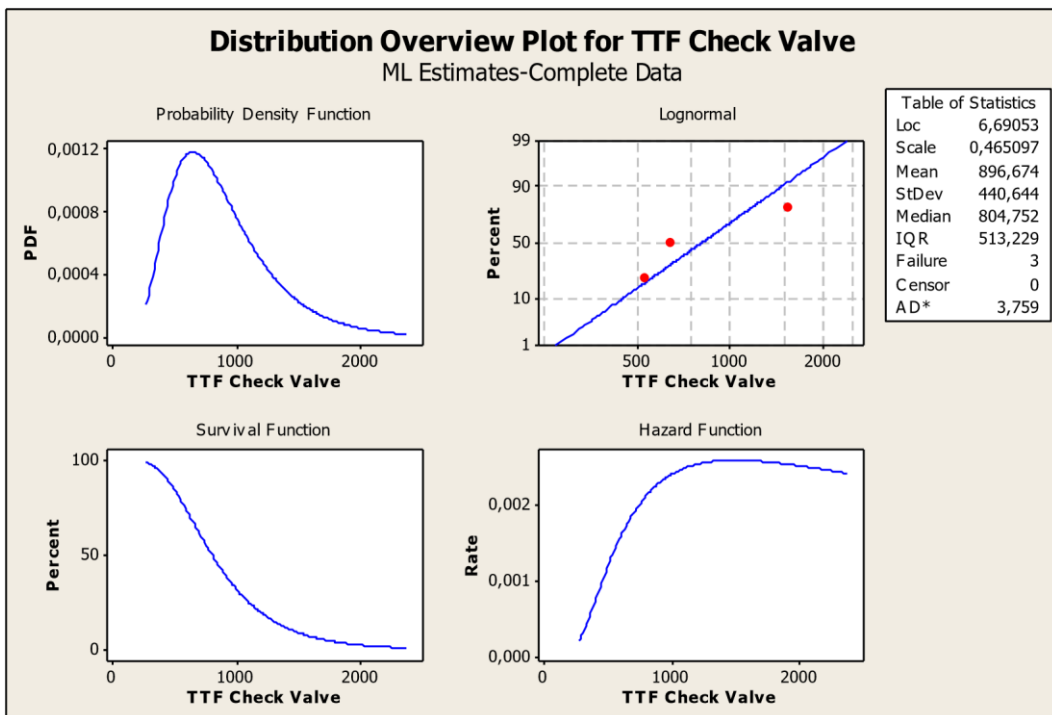
Parameter Distribusi TTR Komponen *Bearing, Electrical, Check Valve.*





Parameter Distribusi TTF Komponen *Bearing, Electrical, Check Valve.*





TABEL KOLMOGOROV-SMIRNOV

Tabel Nilai Kritis Uji Kolmogorov-Smirnov

n	$\alpha = 0,20$	$\alpha = 0,10$	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,02$	$\alpha = 0,01$
1	0,900	0,950	0,975	0,990	0,995
2	0,684	0,776	0,842	0,900	0,929
3	0,565	0,636	0,708	0,785	0,829
4	0,493	0,565	0,624	0,689	0,734
5	0,447	0,509	0,563	0,627	0,669
6	0,410	0,468	0,519	0,577	0,617
7	0,381	0,436	0,483	0,538	0,576
8	0,359	0,410	0,454	0,507	0,542
9	0,339	0,387	0,430	0,480	0,513
10	0,323	0,369	0,409	0,457	0,486
11	0,308	0,352	0,391	0,437	0,468
12	0,296	0,338	0,375	0,419	0,449
13	0,285	0,325	0,361	0,404	0,432
14	0,275	0,314	0,349	0,390	0,418
15	0,266	0,304	0,338	0,377	0,404
16	0,258	0,295	0,327	0,366	0,392
17	0,250	0,286	0,318	0,355	0,381
18	0,244	0,279	0,309	0,346	0,371
19	0,237	0,271	0,301	0,337	0,361
20	0,232	0,265	0,294	0,329	0,352
21	0,226	0,259	0,287	0,321	0,344
22	0,221	0,253	0,281	0,314	0,337

Tabel Z Distribusi Normal

z	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
-3,5	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
-3,4	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002
-3,3	0,0005	0,0005	0,0005	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0003
-3,2	0,0007	0,0007	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0005	0,0005	0,0005
-3,1	0,0010	0,0009	0,0009	0,0009	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0007	0,0007
-3,0	0,0013	0,0013	0,0013	0,0012	0,0012	0,0011	0,0011	0,0011	0,0010	0,0010
-2,9	0,0019	0,0018	0,0018	0,0017	0,0016	0,0016	0,0015	0,0015	0,0014	0,0014
-2,8	0,0026	0,0025	0,0024	0,0023	0,0023	0,0022	0,0021	0,0021	0,0020	0,0019
-2,7	0,0035	0,0034	0,0033	0,0032	0,0031	0,0030	0,0029	0,0028	0,0027	0,0026
-2,6	0,0047	0,0045	0,0044	0,0043	0,0041	0,0040	0,0039	0,0038	0,0037	0,0036
-2,5	0,0062	0,0060	0,0059	0,0057	0,0055	0,0054	0,0052	0,0051	0,0049	0,0048
-2,4	0,0082	0,0080	0,0078	0,0075	0,0073	0,0071	0,0069	0,0068	0,0066	0,0064
-2,3	0,0107	0,0104	0,0102	0,0099	0,0096	0,0094	0,0091	0,0089	0,0087	0,0084
-2,2	0,0139	0,0136	0,0132	0,0129	0,0125	0,0122	0,0119	0,0116	0,0113	0,0110
-2,1	0,0179	0,0174	0,0170	0,0166	0,0162	0,0158	0,0154	0,0150	0,0146	0,0143
-2,0	0,0228	0,0222	0,0217	0,0212	0,0207	0,0202	0,0197	0,0192	0,0188	0,0183
-1,9	0,0287	0,0281	0,0274	0,0268	0,0262	0,0256	0,0250	0,0244	0,0239	0,0233
-1,8	0,0359	0,0351	0,0344	0,0336	0,0329	0,0322	0,0314	0,0307	0,0301	0,0294
-1,7	0,0446	0,0436	0,0427	0,0418	0,0409	0,0401	0,0392	0,0384	0,0375	0,0367
-1,6	0,0548	0,0537	0,0526	0,0516	0,0505	0,0495	0,0485	0,0475	0,0465	0,0455
-1,5	0,0668	0,0655	0,0643	0,0630	0,0618	0,0606	0,0594	0,0582	0,0571	0,0559
-1,4	0,0808	0,0793	0,0778	0,0764	0,0749	0,0735	0,0721	0,0708	0,0694	0,0681
-1,3	0,0968	0,0951	0,0934	0,0918	0,0901	0,0885	0,0869	0,0853	0,0838	0,0823

