Perancangan Sistem Perawatan Mesin *Air Jet Loom* (AJL) dengan Menggunakan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) (Studi Kasus: PT. Primissima Yogyakarta)

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1

Pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri

Disusun Oleh:

Nama : **Nana Jusolihun**

No. Mahasiswa : **14 522 433**

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

2019

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

"Demi Allah, saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak kekayaan intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia".

Yogyakarta, 30 Januari 2019

Nana Jusolihun

SURAT BUKTI PENELITIAN

PT. PRIMISSIMA (Persero)
Jl. Raya Magelang Km. 15 Medari Sleman Yogyakarta 55515. Indonesia
Telp. (0274) 868 408, Fax. (0274) 868 417
e-mail: sekretariat@primissima.co.id - marketing@primissima.co.id

SURAT KETERANGAN
No : 012 /600/Ket/2019

PT. PRIMISSIMA(persero) Medari Sleman Yogyakarta, dengan ini menerangkan bahwa :

Nama	:	Nana Jusolihun
No. Mahasiswa	:	14522433
Perguruan Tinggi	:	Universitas Islam Indonesia
Jurusan	:	Tekhnik Industri
Mulai KP	:	13 September – 13 Oktober 2018
Judul	:	Perancangan Sistem Perawatan Mesin Air Jet Loom (AJL) dengan Menggunakan Reliability Centered Maintenance (RCM) (Studi Kasus: PT. Primissima Yogyakarta)

telah melaksanakan Riset di PT PRIMISSIMA(persero), Medari, Sleman,Yogyakarta
Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Medari, 10 Januari 2019
PT. PRIMISSIMA(Persero)

PRIMISSIMA YOGYAKARTA PERSERO

Ishaq Nur Khozain. SP
Kepala Sekretariat

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PERANCANGAN SISTEM PERAWATAN MESIN *AIR JET LOOM* (AJL) DENGAN MENGGUNAKAN *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE* (RCM)
(Studi Kasus: PT. PRIMISSIMA YOGYAKARTA)

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1 Pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri

Disusun oleh:

Nama : Nana Jusolihun
No. Mahasiswa :14522433

Yogyakarta, Januari 2019
Dosen Pembimbing

(Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.D.)

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PERANCANGAN SISTEM PERAWATAN MESIN *AIR JET LOOM* (AJL) DENGAN MENGGUNAKAN *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE* (RCM)
(Studi Kasus: PT. PRIMISSIMA YOGYAKARTA)

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Nama : Nana Jusolihun

No. Mahasiswa :14522433

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri

Yogyakarta, 30 Januari 2019

Tim Pneguji

Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.D. _____
Ketua

Abdullah 'Azzam, S.T., M.T. _____
Penguji 1

Andrie Pasca Hendradewa, S.T., M.T. _____
Penguji 2

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

(Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M.)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamin, dengan menyebut nama Allah SWT, skripsi ini saya persembahkan untuk sang pencipta Allah SWT yang selalu memberikan kemudahan, kebaikan dan peertolongannya. Tiada Tuhan selain Allah SWT.

Teruntuk Ayah dan Ibu-ku beserta seluruh keluarga tercinta atas segala cinta dan do'a yang selalu diberikan kepada saya. Dengan cinta dan doa merekalah saya bisa menyelsaikan studi saya di Teknik Industri Universitas Islam Indonesia. Semoga Allah membalas banyak kebaikan untuk kalian serta kelesamatan dunia dan akhirat.

HALAMAN MOTTO

"*Yakinlah, ada sesuatu yang menantimu setelah banyak kesabaran (yang kau jalani), yang akan membantumu terpana hingga kau lupa betapa pedihnya rasa sakit*."
(Ali bin Abi Thalib radhiayallahu 'anhu)

"*Sesungguhnya orang-orang yang beriman ialah mereka yang bila disebut nama Allah gemetarlah hati mereka, dan apabila dibacakan ayat-ayat-Nya bertambahlah iman mereka (karenanya), dan hanya kepada Tuhanlah mereka bertawakkal*."
(QS. Al Anfaal: 2)

"*Sesungguhnya orang yang paling mulia di sisi Allah adalah orang yang paling taqwa diantara kalian*."
(QS. Al-Hujurat: 13)

"*Jika kamu berbuat baik (berarti) kamu berbuat baik untuk dirimu sendiri, dan jika kamu berbuat jahat, maka kejahatan itu untuk dirimu sendiri*."
(QS. Ar-Rahman: 60)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, serta hidayahnya. Shalawat dan salam tercurah kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat, serta orang-orang yang bertaqwa, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Perancangan Sistem Perawatan Mesin *Air Jet Loom* (AJL) dengan Menggunakan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) (Studi Kasus: PT. Primissima Yogyakarta)."

Tugas Ahir ini disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi oleh setiap mahasiswa yang mengampu pendidikan di program Studi Teknik Industri untuk menyelesaikan studi Strata-1 pada Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini penulis mendapatkan banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, untuk itu penulis menyampaikan ucapan terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung, dengan penuh rasa syukur penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Dr. Taufik Immawan, S.T., M.M., selaku Ketua Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu juga pikirannya serta memberikan motivasi, semangat dan dukungan dalam segala bentuk, tanpa adanya beliau mungkin tulisan tugas akhir ini tidak akan bisa terwujud.

5. Kedua orangtua dan adik yang selalu memberikan do'a, perhatian, kasih saying, semangat, materi, dan bimbingan yang sangat berharga sehingga penulis bisa menyelesaikan penulisan tugas akhir ini.
6. Dosen Teknik Industri yang tidak bisa disebutkan satu persatu, terimakasih untuk kebaikan hati yang telah berbagi ilmu dengan penulis, sehingga penulis mendapatkan ilmu yang tidak bisa terhitung.
7. Seluruh karyawan dan pekerja PT. Primissima yang telah banyak membantu dan memberikan kesempatan kepada penulis dalam penelitian dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Pihak yang terkait, yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya penulisan laporan Tugas Akhir ini. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna penyempurnaan penelitian di masa mendatang. Semoga laporan ini dapat membantu bagi siapapun yang membacanya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 30 Januari 2019

Nana Jusolihun

ABSTRAK

PT. Primissima adalah salah satu perusahaan menufaktur yang memproduksi tekstil khususnya produksi kain berupa kain mori dan kain grey. Perusahaan menggunakan mesin-mesin untuk menghasilkan produk kain, pada sistem proses produksinya mesin-mesin sering mengalami kerusakan atau kegagalan akibat rendahnya kehandalan mesin sehingga akan mengakibatkan terjadinya downtime akan terhambatnya proses produksi serta dapat menurunkan keuntungan perusahaan. Dalam mengurangi kerusakan mesin dan downtime tersebut sehingga kehandalan mesin meningkat diperlukan suatu kegiatan perawatan untuk menjaga kondisi mesin tetap beropersi. Ralibility Centered Maintenace merupakan metode analisis perawatan yang digunakan dalam memperbaiki sistem perawatan berfokus untuk meningkatkan kehandalan mesin. Penelitian dilakukan dengan melakukan pengolahan dat Time Between Failure (TBF) pada setiap komponen mesin berdasarkan jenis distribusi probabilitasnya selanjtunya melakukan perhitungan kehandalan setiap komponen sebelum dan sesudah dilakukan perawatan pencegahan (preventive maintenance) dengan interval waktu tertentu. Berdasarkan hasil pengolahan diperoleh kegiatan perawatan yang dapat meningkatkan kehandalan ketiak dilakukan preventive maintenance pada VPM dengan interval 120 jam, belt take up dengan interval 144 jam, insertion dengan interval 72 jam, kamran dengan interval 24 jam, oli sirkulasi dengan interval 144 jam, dan leno dengan interval 96 jam serta mampu menurunkan jumlah downtime sebesar 30%.

Kata Kunci: Air Jet Loom, Maintenance, Preventive Maintenance, Reliability Centerd Maintenance, Reliability*.*

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN ii
SURAT BUKTI PENELITIAN iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING iv
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI v
HALAMAN PERSEMBAHAN vi
HALAMAN MOTTO vii
KATA PENGANTAR viii
ABSTRAK x
DAFTAR ISI xi
DAFTAR TABEL xiv
DAFTAR GAMBAR xv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang Permasalahan 1
1.2. Rumusan Permasalahan 5
1.3. Batasan Permasalahan 5
1.4. Tujuan Penelitian 5
1.5. Manfaat Penelitian 6
1.6. Sistematika Penulisan 6
BAB II TIJAUAN PUSTAKA 8
2.1. Kajian Induktif 8
2.2. Kajian Induktif 16
2.2.1. Manajemen Perawatan (Maintenance) 16
2.2.2. Tujuan Perawatan (*Maintenance*) 17
2.2.3. Jenis-jenis Perawatan (*Maintenance*) 18
2.2.4. Bentuk-Bentuk Perawatan 20
2.2.5. Fishbone Diagram 23
2.2.6. *Reliability Centered Maintenance* (RCM) 23

2.2.7. Komponen *Reliability Centered Maintenance* (RCM) 24
2.2.8. Keandalan (*Reliability*) 27
2.2.9. Fungsi Kehandalan 28
2.2.10. Laju Kegagalan (*Failure Rate*) 30
2.2.11. Distribusi Kegagalan 32
2.2.12. Kehandalan dengan *Preventive Maintenance* 36
2.2.13. Analisis *Time Between Failure* 38
2.2.14. *Mean Time To Failure* (MTTF) 42
2.2.15. *Mean Time To Repair* (MTTR) 43
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 44
1.1. Objek dan Lokasi Penelitian 44
1.2. Teknik Pengumpulan Data 44
1.3. Sumber data 45
BAB IV PENGOLAHAN DATA 50
4.1. Identifikasi Komponen Kritis 50
4.2. Proses Produksi Pada Mesin *Air Jet Loom* (AJL) 53
4.3. Interval Pelaksanaan Perawatan 54
4.3.1. Komponen VPM 54
4.3.2. Komponen *Belt Take Up* 58
4.3.3. Komponen *Insertion* 62
4.3.4. Komponen Kamran 68
4.3.5. Komponen Oli Sirkulasi 72
4.3.6. Komponen Leno 76
BAB V PEMBAHASAAN 83
5.1. Komponen VPM 83
5.2. Komponen *Belt Take Up* 86
5.3. Komponen *Insertion* 89
5.4. Komponen Kamran 92
5.5. Komponen Oli Sirkulasi 95
5.6. Komponen Leno 98
5.7. Kebijakan Perawatan 102

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 105
6.1. Kesimpulan 105
6.2. Saran 106
DAFTAR PUSTAKA 107
LAMPIRAN 110

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya.....12
Tabel 2. 2 Nilai Parameter Bentuk (β) Distribusi Weibull 33
Tabel 4. 1 *Reliability* Komponen VPM dengan PM setiap 120 jam.....57
Tabel 4. 2 *Reliablity* Komponen *Belt Take U*p dengan PM setiap 144 jam. 61
Tabel 4. 3 *Reliability Insertion* dengan PM pada setiap 144 jam 65
Tabel 4. 4 *Reliability Insertion* dengan PM pada setiap 72 jam 67
Tabel 4. 5 *Reliability* Kamran dengan PM Setiap 24 jam 71
Tabel 4. 6 *Reliability* Komponen Oli Sirkulasi dengan PM setiap 144 jam 75
Tabel 4. 7 *Reliability* Leno dengan PM setiap 144 jam.....79
Tabel 4. 8 *Reliability* Komponen Leno dengan PM setiap 96 jam 81
Tabel 5. 1 *Breakdown Maintenance* Mesin AJL 102
Tabel 5. 2 *Breakdown* dan *Downtime*.....103
Tabel 5. 3 Perbandingan Kondis awal dan Kondisi Rancangan Perawatan 104

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 RRCM *Framework* 26
Gambar 2. 2 Pengaruh *Preventive Maintenanc*e terhadap *Reliability* 37
Gambar 2. 3 Bagan Analisis TBF 39
Gambar 2. 4 *Cumulative Failure vs Time Plots* 40
Gambar 2. 5 *Successive Service Life Plot* 40
Gambar 3. 1 Alir Penelitian 46
Gambar 4. 1 Presentase *Downtime* tiap bagian mesin AJL 50
Gambar 4. 2 *Fishbone Diagram* 51
Gambar 4. 3 Perbandingan Durasi *Downtime* 52
Gambar 4. 4 Trend Plot Komponen VPM 55
Gambar 4. 5 *Successive Service Life* Plot Komponen VPM 55
Gambar 4. 6 *Relibility* Komponen VPM setiap 120 jam 58
Gambar 4. 7 Trend Plot Komponen *Belt Take Up* 59
Gambar 4. 8 *Successive Service Life* Komponen *Belt Take Up* 59
Gambar 4. 9 Reliability Komponen *Belt Take Up* Setiap 144 jam 62
Gambar 4. 10 Trend Plot Komponen *Insertion* 63
Gambar 4. 11 *Successive Service Life* Komponen *Insertion* 63
Gambar 4. 12 *Reliability* Komponen *Insertion* Setiap 144 jam 66
Gambar 4. 13 *Reliability* Komponen *Insertion* setiap 72 jam. 68
Gambar 4. 14 Trend Plot Komponen Kamran 69
Gambar 4. 15 *Successive Service Life* Komponen Kamran 70
Gambar 4. 16 *Reliability* Komponen Kamran 24 jam 72
Gambar 4. 17 Trend Plot Komponen Oli Sirkulasi 73
Gambar 4. 18 *Successive Service Life* Komponen Oli Sirkulasi 74
Gambar 4. 19 *Reliability* Komponen Oli Sirkulasi setiap 144 jam 76
Gambar 4. 20 Trend Plot Komponen Leno 77
Gambar 4. 21 *Successive Service Life* Komponen Leno 77

Gambar 4. 22 *Reliability* Komponen Leno setiap 144 jam.....80
Gambar 4. 23 *Reliability* Komponen Leno setiap 96 jam.....82
Gambar 5. 1 Trend Plot Komponen VPM.....83
Gambar 5. 2 *Successive Service Life* Komponen VPM.....84
Gambar 5. 3 *Reliability* Komponen VPM setiap 120 jam.....85
Gambar 5. 4 Trend Plot Komponen *Belt Take Up*.....86
Gambar 5. 5 *Successive Service Life* Komponen *Belt Take Up*.....87
Gambar 5. 6 *Reliability* Komponen *Belt Take Up* setiap 144 jam.....88
Gambar 5. 7 Trend Plot Komponen *Insertion*.....89
Gambar 5. 8 *Successive Service Life* Komponen *Insertion*.....90
Gambar 5. 9 *Reliability* Komponen *Insertion* setiap 144 jam.....91
Gambar 5. 10 *Reliability* Komponen *Insertion* setiap 72 jam.....91
Gambar 5. 11 Trend Plot Komponen Kamran.....93
Gambar 5. 12 *Successive Service Life* Komponen Kamran.....93
Gambar 5. 13 *Reliability* Komponen Kamran setiap 48 jam.....94
Gambar 5. 14 Trend Plot Komponen Oli Sirkulasi.....96
Gambar 5. 15 *Successive Service Life* Komponen Oli Sirkulasi.....96
Gambar 5. 16 *Reliability* Komponen Oli Sirkulasi setiap 144 jam.....97
Gambar 5. 17 Trend Plot Komponen Leno.....99
Gambar 5. 18 *Successive Service Life* Komponen Oli Sirkulasi.....100
Gambar 5. 19 *Reliability* Komponen Leno setiap 144 jam.....101
Gambar 5. 20 *Reliability* Komponen Leno setiap 96 jam.....101

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Permasalahan

Pada saat ini pertumbuhan industri berkembang dengan pesat. Hal ini dilihat dari semakin berkembangnya industri berbagai industri wilayah Indonesia, sehingga terjadi persaingan yang ketat di antara perusahaan-perusahaan tersebut. Pertumbuhan produksi indsutri manufaktur pada triwulan II-2018 terjadi kenaikan 4,36% pada industri besar sedang dan kenaikan 5,92% industri mikro kecil (BPS, 2018). Hal ini menuntut perusahaan untuk lebih memperhatikan kesempatan maupun peluang bisnis dipasar agar mencapai hasil yang maksimal. Sehingga diperlukan suatu strategi atau metode yang tepat guna mengembangkan usahanya dan tetap dapat bersaing dengan perusahan lain di dunia bisnis.

Proses produksi merupakan suatu hal yang sangat penting bagi perusahaan karena berkaitan dengan proses memproses bahan baku menjadi barang jadi, sehingga diperlukan adanya perencanaan, pengkoordiansian serta mengawasan secara berkala dan teratur. Dalam mendukung proses produksi industri manufaktur perusahaan memerlukan seperti mesin, peralatan, transportasi, gudang dan tenaga kerja. Salah satu yang mempunyai peran penting dalam berlangsungnya proses produksi adalah mesin (Kurniawan, 2014). Mesin merupakan salah satu pendukung terpenting bagi perusahaan dalam berlangsungnya proses produksi pada manufaktur dalam menghasilkan produk yang berkualitas tinggi. Mesin digunakan

secara terus menerus akan memungkinkan mesin mengalami penurunan performansi dan mesin akan mudah mengalami kerusakan apabila tidak dilakukan perawatan tertentu. Apabila performansi mesin menurun, terjadi penurunan kapasitas produksi yang akan mengakibatkan target tidak tercapai, menurunnya tingkat produktifitas perusahaan yang akan mengalami kerugian bagi perusahaan (Meladya et al, 2014). Terdapat dua kerugian yang terjadi apabila mesin mengalami kerusakan atau kegagalan, pertama perusahaan akan mengalami penurunan keuntungan disebabkan tidak terpenuhinya pesanan konsumen, dan kedua akan meningkatkan total biaya produksi akibat perbaikan mesin yang rusak (Malik & Hamsal, 2013). Oleh karena itu diperlukan suatu kegiatan-kegiatan perawatan (*maintenance*) dalam berlangsungnya proses produksi secara tepat.

Suatu perawatan (*maintenance*) pada mesin dan peralatan sangat penting dilakukan dalam sistem proses produksi. Kegiatan perawatan dilakukan agar mesin dan peralatan dapat digunakan secara optimal sesuai yang dikehendaki, karena apabila mesin dan fasilitas mengalami kerusakan atau kegagalan akan berpengaruh terdahap proses produksi yang mengahambat jumlah hasil produksi. Perawatan (*maintenance*) didefinisikan sebagai suatu kegiatan dalam memelihara, merawat dan menjaga mesin dan peralatan serta melakukan perbaikan atau perbaikan dalam penyesuaian yang diperlukan untuk memperoleh kondisi optimal proses produksi sesuai perencanaan yang dikehendaki (O'Connor, 2001). Sistem perawatan merupakan suatu tindakan yang penting dengan tujuan untuk menghasilkan produk yang baik atau mengembalikan kedalam keadaan yang memuaskan. Kegiatan perawatan mempunyai peran yang sangat penting bagi perusahaan dalam mencapai kualitas produk yang baik serta mendukung dalam beropersainya suatu sistem secara lancar sesuai dengan yang diinginkan (Usadha et al., 2017). Perawatan (*maintenance*) merupakan hal yang sangat penting bagi mesin agar mesin selalu pada kondisi baik dan siap pakai. Perawatan didefinisikan sebagai suatu kegiatan pemeliharaan fasilitas pabrik dengan malakukan perbaikan, penyesuaian, dan penggantian agar selalu dalam kondisi sistem proses produksi sesuai yang direncanakan (Bangun et al, 2014). Perawatan berfungsi sebagai memonitor, memelihara fasilitas pabrik, peralatan dan fasilitas kerja dengan merancang, mengatur, dan memeriksa pengoperasian mesin dalam waktu proses produksi dan meminimasi *downtime*

yang disebabkan kerusakan mesin atau perbaikan (Manzini, 2010). Perawatan pada mesin merupakan salah satu hal yang penting dalam mencapai produk yang berkualitas tinggi.

Preventive maintenance adalah suatu kegiatan perencanaan yang berfungsi dalam melakukan pencegahan kerusakan atau kegagalan pada mesin dan fasilitas. Fungsi perawatan preventif adalah untuk mencegah mesin dan fasilitas agar tidak mengalami kerusakan. Perawatan preventif dirancang agar dapat menjaga dan meningkatkan kehandalan (*reliability*) mesin dan fasilitas dengan melakukan pergantian kompnen yang aus sebelum mesin dan fasilitas benar-benar mengalami kerusakan atau mesin berhenti (Anggraeni & Nurhadi, 2013). Kehandalan (*reliability*) adalah suatu pengukuran keandalan pada alat atau komponen dari fasilitas dalam sistem produksi maupun sistem pelayanan (Ebelling, 1997). Keandalan mesin dan fasilitas aspek yang mempengaruhi berjalannya proses produksi dan produk yang dihasilkan. Keandalan dapat membantu dalam memperkirakan komponen dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan dalam periode tertentu. Dengan demikian, tingkat keandalan dapat dijaga dan masa pakai mesin dapat diperpanjang dengan merencakan perawatan yang efektif. Permasalahan ini muncul disebabkan adanya kerusakan pemakaian, usia mesin, lama mesin beropersi, ketahanan mesin serta faktor lain dari lingkungan.

Reliability Centered Maintenance (RCM) adalah landasan dasar dalam suatu perawatan mesin atau fisilitas dan teknik yang digunakan untuk mengembangkan perawatan pencegahan (*preventive maintenance*) yang terjadwal (Ben-Daya, 2000). RCM merupakan serangkaian proses yang digunakan dalam menentukan apa yang harus diselesaikan untuk memastikan bahwa aset-aset fisik dapat berjalan dengan baik fungsi sesuai yang diinginkan. RCM mengarah pada pemeliharaan yang berfokus perawatan preventif (*preventive maintenance*) terhadap kerusakan yang spesifik dalam sistem proses produksi (Yssaad et al, 2014). RCM diaplikasikan untuk memperoleh interval waktu perawatan yang ideal dan jenis kegiatan perawatan optimal berkaitan dengan kebutuhan dalam memperoleh sebuah sistem optimal guna mendukung kegiatan proses produksi. Hal ini berdasarkan pada prinsip bahwa keandalan dari peralatan dan struktur kerja yang akan dicapai adalah fungsi dari perancangan dan kualitas pembentukan perawatan pencegahan yang efektif sehingga menjamin desain keandalan dari mesin dan peralatan (Moubray, 1997).

PT. Primissima merupakan salah satu perusahaan menufaktur yang memproduksi tekstil berupa kain mori dan kain grey. PT. Primissima selalu mementingkan kualitas produk, memenuhi permintaan dengan tepat. Hal tersebut mengharuskan mesin dan fasilitas perusahaan dipergunaan sacara terus-menerus berproduksi sehingga mesin-mesin harus terus beropersi yang akan menurunnya performansi mesin serta mesin mengalami kerusakan. Jika kurangnya perawatan mesin, hal ini akan mengakibatkan sering terjadinya *downtime* yang menghambat jalanya proses produksi dan menurunnya kapasitas produksi serta akan menyebabkan perusahaan mengalami kerusakan. Oleh karena itu diperlukan suatu manajemen perawatan mesin untuk mendukung berjalannya sistem produksi.

Dalam melakukan perawatan mesin dan fasilitas PT. Primissima menggunakan jenis perawatan preventif (*preventive maintenance*) yaitu melakukan perawatan mesin dan fasilitas dengan melakukan perbaikan dan penggantian komponen sebelum mesin dan fasilitas benar-benar mengalami kerusakan (Anggraeni & Nurhadi, 2013). PT. Primissima khususnya pada mesin *Air Jet Loom* (AJL), melakukan perawatan setiap hari dengan melakukan kegiatan perawatan pengecekan dan pembersihan. Melakukan perawatan mingguan dengan kegiatan pelumasan pada komponen-komponen tertentu. Melakukan perawatan bulanan melakukan perawatan dengan kegiatan pergantian komponen-komponen tertentu. Melakukan perawatan setiap enam bulan dengan melakukan kegiatan pergantian komponen terutam komponen elektronik. Melakukan perawatan setiap tahun dengan melakukan kegiatan perawatan pergantian komponen elektronik. Dengan perawatan yang telah dilakukan, namun komponen mesin AJL masih sering mengalami kegagalan atau kerusakan. Seringnya komponen mesin mengalami kerusakan dipengaruhi beberapa faktor meliputi perawatan yang dilakukan masih kurang tepat, kualitas sparepart tidak baik, gerakan mesin yang sangat cepat sebesar 700 rpm, masih kurangnya pemahaman tentang prosedur perawatan yang dilakukan.

Dalam mengatasi seringnya komponen yang mengalami kerusakan sehingga akan menghasilkan jumlah *downtime* yang tinggi, dapat diselesaikan dengan melakukan kegiatan perawatan yang tepat. Penelitian ini bermaksud untuk merancang kegiatan perawatan mesin yang tepat dengan menggunakan metode *Relianility Centered Maintenance* (RCM). Metode

RCM diharapakan dapat mambantu membuat *schedule maintenante* yang tepat dan memberikan tindakan kegiatan perawatan (*maintenance task*) yang efektif dilakukan pada komponen mesin, agar bisa menurunkan *downtime* serta meningkatkan kehandalan mesin sehingga dapat menaikan jumlah produksi kain sesuai yang dikehendaki.

1.2. Rumusan Permasalahan

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan diatas, diambil rumusan permasalahan yang terjadi penelitian ini ialah bagaimana mengurangi frekuensi kerusakan serta menurunkan jumlah *downtime* mesin untuk meningkatkan kehandalan mesin dan meningkatkan jumlah produksi kain.

1.3. Batasan Permasalahan

Ruang lingkup yang dibahas dalam penelitian ini digunakan agar penelitian lebih terarah dan fokus sehingga tujuan penelitian dapat tercapai. Adapun batasan permasalahan sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada Pabrik I bagian *Weaving* (Pertenunan) di PT. Primissima Yogyakarta.
2. Penelitian dilakukan pada bulan September dan Oktober 2018.
3. Data yang digunakan adalah data kerusakan mesin pada bulan April – September 2018.
4. Penelitian difokuskan pada komponen kritis yang berada pada bagian mesin *Air Jet Loom* (AJL) proses pertenunan pabrik I di PT. Primissima.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah merancang sistem perawatan pada mesin *Air Jet Loom* (AJL) sehingga dapat mengurangi *downtime* pada sistem proses produksi di PT. Primissima.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Bagi Penulis

   Peneliti mampu mengaplikasikan teori manajemen perawatan mesin yang diperoleh di perkuliahan serta menambah pengetahuan tentang penerapan manajemen perawatan di lapangan.
2. Bagi Perusahaan

   Memberikan informasi mengenai kegiatan dan waktu perawatan berdasaarkan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) yang dapat digunakan sebagai bahan perimbangan bagi perusahan dalam merencanakan manajemen perawatan.
3. Bagi Universitas

   Memperbanyak ilmu pengetahuan sebagai bahan studi bagi teman-teman mahasiswa dan sebagai bahan pertimbangan bagi mahasiswa yang mengerjakan tugas akhir.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk menyelaraskan susunan hasil penelitian ini, maka dibuat sistemtika penulisan. Adapun sistematika penulisan nya dalah sebagai berikut ini :

BAB I PENDAHULUAN

Memuat kajian singkat tentang latar belakang kajian yang dilakukan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II KAJIAN LITERATUR

Bagian ini merupakan tulang punggung dalam menentukan kajian terbaru dari penelitian yang akan dilakukan. Bab ini memuat informasi hasil-hasil dari penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan, teori-teori pendukung yang berhubungan dengan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisi objek penelitian, pembangunan model, analisis model, program komputer yang dibangun, perancangan penelitian dan tahap-tahap penelitian, bahan dan alat-alat yang digunakan, prosedur pelaksanaan dan cara pengolahan serta analisis data.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Menguraikan tentang cara pengambilan dan pengolahan data, analisis dan hasilnya, termasuk gambar dan grafik-grafik yang diperolehnya.

BAB V PEMBAHASAN

Berisi informasi tentang pembahasan atau diskusi hasil penelitian, kesesuaian dengan latar belakang masalah, rumusan masalah dan tujuan penelitian yang mengarahkan kepada kesimpulan dari hasil penelitin.

BAB VI PENUTUP

Bab ini memuat kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian dan saran-saran yang dapat menyempurnakan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Pada bab ini berisi tentang semua literatur, buku, jurnal, artikel dan lain-lain yang digunakan untuk mendukung penelitian ini.

LAMPIRAN

Memuat keterangan tabel, data perusahaan dan hal-hal lain yang perlu dilampirkan untuk memperjelas uraian dalam laporan.

BAB II

TIJAUAN PUSTAKA

2.1. Kajian Induktif

Kajian induktif ini berisi kajian-kajian yang dilakukan pada penelitian sebelumnya bersumber dari paper, artikel, dan sejenisnya berkaitan dengan topik atau tema peneliti lakukan.

Menurut Sayuti dan Rifa'i (2013) Tentang "Evaluasi Manajemen Perawatn Mesin dengan Menggunakan Metode *Reliability Centerd Maintenance* pada PT. Z. Metode RCM. RCM merupakan teknik perawatn yang digunakan untuk mengembangkan perawatn pencegahan (*preventive maintenance*) yang terjadwal. Permasalahan pada produksi ari minum dalam kemasan berfokus pada jenis cuo (220ml), jenis medium (600ml), jenis large (1500ml). dimana mesin memiliki frekuensi kegagalan yang tinggi. Tujuan penelitian untuk menentukan interval kegiatan perawatan pada mesin-mesin area produksi kemasan botol. Diperoleh hasil dengan menerapakn metode RCM II *decision worksheet* pada bottling line untuk mesin yang memiliki kegagalan potensial pada *ultra filtration* dengan interval perawatan 194,5 jam, mesin *capper* 146,5 jam, dan *chain conveyor* 127.49 jam. Dengan metod FMEA nilai RPN tertinggi diperoleh penyebab kegagalan seperti tidak mampu membawa botol karena adanya guncangan pada *chain conveyor*.

Penelitian yang dilakukan oleh Yassad *et al.,* (2014) berkaitan dengan "*Reliability Centred Maintenance Optimaization for power distribution system*". Yassad menyatakan bahwa RCM dapat memastikan fasilitas fisik agar mampu memenuhi fungsi yang dirancang secara terus-menerus dalam sistem proses produksi. Tujuan penelitian yang dilakukan Yassad ialah untuk mengembangkan suatu sistem jadwal perawatan yang tepat berdasarkan biaya yang dikeluarkan. Proses penelitian ini berdasarkan metode RCM dengan memprioritaskan jadwal perawatan berdasarkan mode kegagalan (FMECA), kemudian menentukan kegagalan yang paling kritis. Hasil penelitian ini menunjukan metode RCM dapat digunakan untuk mengoptimalkan biaya program perawatan yang efektif dalam sistem distribusi tenaga listrik dengan menentukan komponen ketergantungan dengan tepat, identifikasi fungsi-fungsi penting dalam sistem, tentukan kebijakan perawatan dalam sistem dan komponen. Kebijakan perawatan ini memerlukan sistem kontrol yang tepat dalam mengidentifikasi kegagalan kritis dan mengetahui jenis perawatan yang diterapkan.

Peneltian oleh Prasetyo (2017) mengenai "Evaluasi Manajemen Perawatan dengan *Metode Reliability Centred Maintenance* (RCM) II pada Mesin *Cane Cutter* 1 dan 2 di Stasiun Gilingan PG Meritjan -Kediri". Permasalahan pada penelitian ini ialah frekuensi kerusakan tinggi pada mesin *cane cutter* 1 dan 2 yang menyebabkan besarnya tingkat biaya perawatan yang dilakukan. Tujuan penelitian yaitu untuk menentukan jadwal kegiatan perawatan dengan RCM dan menurunkan biaya perawatan secara keseluruhan. Hasil penelitian menunjukan bahwa komponen kritis mesin *cane cutter* 1 dan 2 ialah pisau dan baut pisau, dengan mengaplikasikan metode RCM perawatan dengan mencegah terjadinya kerusakan dengan *proactive task* meliputi *scheduled restoration task* dan *scheduled discard task*. Dengan menerapakn kegiatan perawatan proactive task perusahan dapat menurunkan total biaya perawatan sebesar 14,82%. Dapat disimpulkan dengan menggunan metode RCM dapat mengetahui pengaruh kegagalan terhadap pencapaian target produksi, resiko keselamatan kerja dan biaya perawatan yang akan ditimbulkan.

Penelitian yang dilakukan Aufar, *et al* (2014) mengenai "Usulan Kebijakan Perawatan Area Produksi *Trim Chassis* dengan Menggunakan Metode *Reliability Centred Maintenance* (Studi Kasus: PT. Nissan Motor Indoensia)". Permasalahan terjadi ada jalur kritis pada area trim chassis mengunakan 3 mesin *conveyor*. Mesin *conveyor* berfungsi sebagai mengalirkan produk dari stsiun kerja ke stasiun kerja berikutnya. Mesin *conveyor* berhenti akan mengakibatkan berhentinya seluruh kegiatan proses produksi, tidak tercapai target dan menaikan finansial. Penelitian ini bertujuan untuk membuat jadwal perawatan dalam menurunkan frekuensi kerusakan pada mesin conveyor menjaga sistem proses produksi yang berlangsung. Hasil penelitian ialah kebijakan perawatan perawatan yang harus dilakukan dengan melakukan pemeriksaan dan perawatan yang difokuskan pada ketiga mesin *coveyor*. Bahwa penerapan metode RCM memberikan kebijakan perawatan baru pada sistem kerja mesin OHC yang lebih efektif, dalam meminimasi frekuensi terjadinya *breakdown*.

Penelitian sebelumnya oleh Kurniawan dan Rumita (2014) tentang perencanaan sistem perawatan mesin urbannyte dengan mengunakan metode Reliability Centered Maintenance II (RCM II) pada PT. Masscom Graphy, Semarang). Permasalahan yang terjadi di PT. Masscom Graphy perawatan dengan menggunakan *corrective maintenance* dan *preventive maintenance* belum efektif terutama pada mesin urbannyte. Tujuan penelitian untuk mengidenfikasi fungsi kegagalan dan menentukan jadwal kegiatan perawatan berdasarkan kerusakan yang terjadi pada mesin urbannyte serta menentukan biaya yang dikeluarkan. Diperoleh hasil bahwa jadwal kegiatan perawatan mesin urbannyte dengan penggantian komponen *tucker blade* selama 1456,52 jam dengan biaya Rp 2.433.676, *elektromanetik clutch* selama 1723,65 jam dengan biaya Rp 2.198.415, *bearer* selama 1928,59 jam dengan Rp 1.813.811, dan *belt ring* interval selama 1419,05 jam dengan biaya Rp 1.801.597.

Penelitian yang dilakukan oleh Aritonang, *et al* (2015) berkaiatan dengan penerapan metode *reliability centered maintenance* (RCM) untuk menentukan stategi perawatan fasilitas produksi kain. Pemasalahan pada lini produksi berfokus pada bagian *dyeing* dan *finishing* yang berkaitan dengan *downtime* akibat kerusakan mesin. Tujuan penelitian membuat alternatif strategi perawatan agar dapat meminimasi *downtime machine* pada lini produksi. hasil penelitian diperoleh kegiatan perawatan yang harus dilakukan oleh perusahan

dengan menerapakan strategi *checklist* mesin produksi yang dikehendaki. Kompoen kritis terjadi pada mesin finishing dengan komponen motor rantai dan sekring.

Penelitian oleh Hakim (2014) tentang "Analisa RCM pada Motor Diesel Penggerak Generator Daya 320 kVa Sumber Kelistrikan di Hotel Sapadia Rokan Hulu". Permasalah akibat tidak melaksanakan prosedur yang baik dan tidak ada jadwal perawatan berbasis kehandalan mengakibatkan mesin memiliki frekuensi kerusakan yang tinggi. Tujuannya untuk membuat jadwal kegiatan perawatan berdasarkan kehandalan untuk mempertahankan usia mesin. Diperoleh hasil penelitian kegiatan jadwal perawatan pada genset NTA 855 A pada komponen kritis selinder linier 168 jam, sistem perlumasan 24 jam, saluran pendinginan 96, governor 120 jam. Menyimpulkan bahwa metode RCM pada genset NTA 855 A system pelumasan dan saluran pendingin menjadi komponen kritis yang perlu dilakukan perawatan terencan agar performance mesin tidak mengalami penurunan daya dan torsi. Komponen kritis lainya governor sebagai pengatur putaran mesin dan mengatur supplai bahan bakar pada pompa injeksi perlu dilakukan perawatan rutin.

Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Prawahandaru (2018) mengenai perancangan jadwal pemeliharaan mesin produksi gula untuk mempertahankan kehandalan mesin dengan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Permasalahan yang ada ialah PT Madu Baru memiliki tingkat resiko kerusakan mesin atau mesin bermasalah yang tinggi saat mesin berproduksi. Penelitian ini memiliki tujuan untuk merancang jadwal perawatan mesin atau komponen kritis (komponen paling sering mengalami kerusakan) untuk mengurangi kumulatif *downtime* dan frekuensi kerusakan sehingga dapat memenuhi target yang dikehendaki. Hasil yang diperoleh ialah perusahan dengan menerapkan jadwal interval perawatan pada komponen *scrapper* 480 jam, motor penggerak pisau tebu 120 jam, pisau tebu 360 jam, baut blok suri atas 600 jam, dan *hammer* 838 jam, perusahaan dapat menurunkan kerugian sebesar Rp 8.832.499 interval produksi 900 jam atau Rp 51.241.228 pada 1 tahun produksi.

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya

No	Penulis	Tahun	Judul	Permasalahan	Tujuan	Hasil
1	Muhammad M. Sayuti dan Muhammad Siddiq Rifa'i	2013	Evaluasi Manajemen Perawatn Mesin dengan Menggunakan Metode *Reliability Centerd Maintenance* pada PT. Z. Metode RCM.	Produksi air minum dalam kemasan berfokus pada jenis cuo (220ml), jenis medium (600ml), jenis large (1500ml). dimana mesin memiliki frekuensi kegagalan yang tinggi.	Menentukan interval kegiatan perawatan pada mesin-mesin area produksi kemasan botol.	Kegiatan perawtan pada *ultra filtration* dengan interval perawatan 194,5 jam, mesin *capper* 146,5 jam, dan *chain conveyor* 127.49 jam
2	Yassad A	2014	*Reliability Centred Maintenance Optimaization for power distribution system.*	Fasilitas fisik agar pada sistem produksi banyak mengalami kegagalan.	Membuat sistem jadwal perawatan yang tepat berdasarkan biaya yang dikeluarkan.	Kebijakan perawatan memerlukan sistem kontrol tepat dalam mengidentifikasi kegagalan kritis dan jenis perawatan yang sesuai biaya perawatan.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya (lanjutan)

No	Penulis	Tahun	Judul	Permasalahan	Tujuan	Hasil
3	Prasetyo	2017	Evaluasi Manajemen Perawatan dengan *Metode Reliability Centred Maintenance* (RCM) II pada Mesin *Cane Cutter* 1 dan 2 di Stasiun Gilingan PG Meritjan -Kediri	Frekuensi kerusakan tinggi pada mesin *cane cutter* 1 dan 2 yang menyebabkan besarnya tingkat biaya perawatan yang dilakukan	Menentukan jadwal kegiatan perawatan dengan RCM dan menurunkan biaya perawatan secara keseluruhan.	Perawatan pencegahan kerusakan dengan *proactive task* meliputi *scheduled restoration task* dan *scheduled discard task*. Dengan menerapakn kegiatan perawatan proactive task perusahan dapat menurunkan total biaya perawatan sebesar 14,82%.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya (lanjutan)

No	Penulis	Tahun	Judul	Permasalahan	Tujuan	Hasil
4	Kurniawan dan Rani Rumita	2014	Perencanaan sistem perawatan mesin urbannyte dengan mengunakan metode Reliability Centered Maintenance II (RCM II) pada PT. Masscom Graphy, Semarang)	PT. Masscom Graphy perawatan dengan menggunakan *corrective maintenance* dan *preventive maintenance* belum efektif terutama pada mesin urbannyte.	Mengidenfikasi fungsi kegagalan dan menentukan jadwal kegiatan perawatan berdasarkan kerusakan yang terjadi pada mesin urbannyte serta menentukan biaya yang dikeluarkan	Jadwal kegiatan perawatan mesin urbannyte dengan penggantian komponen *tucker blade* selama 1456,52 jam dengan biaya Rp 2.433.676, *elektromanetik clutch* selama 1723,65 jam dengan biaya Rp 2.198.415, *bearer* selama 1928,59 jam dengan Rp 1.813.811, dan *belt ring* interval selama 1419,05 jam dengan biaya Rp 1.801.597.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya (lanjutan)

No	Penulis	Tahun	Judul	Permasalahan	Tujuan	Hasil
5	Haryo Prawahan daru	2018	Perancangan jadwal pemeliharaan mesin produksi gula untuk mempertahankan kehandalan mesin dengan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM)	PT Madu Baru memiliki tingkat resiko kerusakan mesin atau mesin bermasalah yang tinggi saat mesin berproduksi	Merancang jadwal perawatan mesin atau komponen kritis (komponen paling sering mengalami kerusakan) untuk mengurangi kumulatif *downtime* dan frekuensi kerusakan sehingga dapat memenuhi target yang dikehendaki	Jadwal interval perawatan pada komponen *scrapper* 480 jam, motor penggerak pisau tebu 120 jam, pisau tebu 360 jam, baut blok suri atas 600 jam, dan *hammer* 838 jam, perusahaan dapat menurunkan kerugian sebesar Rp 8.832.499 interval produksi 900 jam atau Rp 51.241.228 pada 1 tahun produksi.

2.2. Kajian Induktif

2.2.1. Manajemen Perawatan (Maintenance)

Beberapa pengertian perawatan (*maintenance*) menurut para ahli:
Menurut Corder dalam bukunya yang berjudul Teknik Perawatan Pemelihraan (1992), Perawatan (*Mainatenance*) merupakan suatu kombinasi kegiatan dari berbagai tindakan yang harus dilakukan untuk menjaga suatu barang dan fasilitas atau memperbaikinya sampai suatu kondisi yang bisa diterima.

Menurut Assauri dalam bukunya yang berjudul Manajemen Produksi dan Operasi (1991), Perawatan adalah kegiatan untuk memelihara dan menjaga fasilitas peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau pergantiaan yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan.

Menurut Ansori dan Mustjib dalam bukunya yang berjudul Sistem Perawatan Terpadu (*Integrated Maintenance System*) (2013), Perawatan (*maintenance*) adalah sebagai konsep dari semua kegiatan yang harus dilakukan untuk menjaga dan mempertahankan kualitas mesin atau fasilitas agar dapat beroperasi dengan baik seperti kondisi baru.

Berdasarkan terori diatas, maka perawatan adalah kegiatan yang dilakukan untuk menjaga dan memelihara fasilitas, mesin dan peralatan pabrik, melakukan perbaikan, penyesuaian atau pergantian yang harus dilakukan agar kondisi sitem produksi berjalan lancar serta memuaskan sesuai yang diharapkan. Manajemen perawatan merupakan suatu pengorganisasian sistem operasi perawatan untuk mengembangkan perawatan fasilitas perusahaan. Pengorganisasian mencakup penerapan metode manajemen dan metode yang mendukung keberhasilan manajemen ini dengan mengembangkan dan menggunakan penguraian sederhana yang diperluas melalui gagasan dan tindakan.

Terdapat beberapa keuntungan yang diperoleh dengan menerapkan perawatan sebagai penujang strategi perusahaan, sebagai berikut:

1. Memperkecil total biaya perawatan (biaya suku cadang dan biaya *overtime*)
2. Memiliki stabilitas proses yang lebih baik
3. Memperpanjang usia mesin dan peralatan
4. Mengoptimalkan jumlah suku cadang
5. Menjamin keselamatan karyawan
6. Mengurangi keruskan lingkungan sekitar

2.2.2. Tujuan Perawatan (*Maintenance*)

Terdapat beberapa tujuan perawatan yang utama antara lain:

1. Kemampuan berproduksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi.
2. Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk itu sendiri dari kegiatan produksi yang tidak terganggu.
3. Untuk membantu mengurangi pemakaian dan penyimpangan yang diluar batas dan menjaga modal yang diinvestasikan dalam perusahaan selama waktu yang ditentukan sesuai dengan kebijakan perusahaan mengenai investasi tersebut.
4. Untuk menjamin keselamatan kerja, keamanan pada penggunaannya.
5. Memaksimalkan ketersediaan operasional semua fasilitas yang diperlukan dalam keadaan darurat.
6. Untuk memperpanjang umur pakai dari mesin atau peralatan.

2.2.3. Jenis-jenis Perawatan (*Maintenance*)

Secara umum, jenis perawatan yang ditinjau dari saat waktu pelaksanaan pekerjaan perawatan yang dilakukan, jenis perwatan terbagi menjadi dua cara seperti (Ansori & Mustajib, 2013):

1. Perawatan yang direncanakan (*Planned Maintenance*)

Planned Maintenance merupakan jenis perawatan dengan menentukan jadwal perawatan sebelumnya, sehingga kegiatan perawatan dilakukan secara rutin dan teratur.

Terdapat beberapa langkah yang dapat dilakukan dalam perencanaan fungsi perawatan meliputi:

a. Bentuk perawatan yang akan ditentukan.
b. Pengorganisasian pekerjaan perawatan yang akan dilaksanakan dengan pertimbangan ke masa depan.
c. Pengontrolan dan pencatatan.
d. Pengumpulan semua masalah perawatan yang dapat diselesaikan dengan suatu bentuk perawatan.
e. Penerapan bentuk perawatan yang dapat dipilih, seperti:
    i. Kebijaksanaan perawatan yang telah dipertimbangkan secara cermat.
    ii. Alternatif yang diterapkan menghasilkan suatu kemajuan.
    iii. Pengontrolan dan pengarahan pekerjaan sesuai dengan rencana.
    iv. Riwayat perawatan dicatat secara statistic dan dihimpun serta dijaga sehingga nantinya dapat dievaluasi hasilnya untuk menentukan persiapan perawatan selanjutnya.

Dalam pengaplikasian dengan menggunakan perawatan yang direncanakan dapat memperoleh keuntungan-keuntungan seperti:

a. Kesiapan terhadap fasilitas
    i. Kemungkinan terjadinya kerusakan-kerusakan pada fasilitas dapat berkurang dikarenakan adanya sistem perawatan yang baik dan teratur.

ii. Waktu pelaksanaan perawatan yang dilakukan tidak menganggu jalannya produksi.

iii. Dengan adanya perawatan yang teratur dapat mengurangi adanya kemacetan fasilitas dalam proses produksi dibandingkan dengan menggunakan perawatan khusus dengan biaya mahal.

iv. Persediaan perlengkapan dan suku cadang akan lebih mudah terkontrol.

b. Pelayanan yang sederhana dan teratur, lebih mudah dan murah dibandingkan dengan melakukan perbaikan kerusakan yang terjadi secara tidak terduga.

c. Pengelolaan dan pelayanan dengan menggunakan perawatan yang terencana dapat menjaga hasil dan kualitas produksi serta efisinsi yang tinggi.

d. Pemanfaatan tenaga kerja lebih efektif

i. Frekuensi dalam melakukan pekerjaan dapat terbagi merata dalam setahunnya, sehingga tidak adanya penumpakan tugas pekerjaan.

ii. Jenis perkerjaan perawatan lebih mudah dipamahi dan terkontrol dengan efektif.

iii. Proses pekerjaan perawatan yang teratur dapat mempengaruhi sikap kerja sehingga lebih baik dengan pendekatan yang penuh dedikasi dan tanggung jawab.

e. Adanya perhatian yang baik sehingga dapat mengelola semua sarana dapat melakukan perawatan.

2. Perawatan yang tidak direncanakan (*Unplanned Maintenance*)

Unplanned Maintenance kegiatan melakukan perawatan terhadap perawatan yang darurat, dimana perawatan tidak direncanakan merupakan salah satu cara kegiatan perawatan yang biasanya dilakukan pada saat mesin dan fasilitas tersebut mengalami kerusakan atau kegagalan yang tidak terduga dan harus segera diperbaiki untuk mencegah kerusakan yang lebih serius lagi.

2.2.4. Bentuk-Bentuk Perawatan

Terdapat beberapa bentuk perawatan yang diterapkan dalam melakukan perawatan (Amrine & Ritchey, 1982), sebagai berikut:

1. Perawatan Pencegahan (*Preventive Maintenance*)

Preventive Maintenance merupakan kegiatan perawatan dilakukan secara terjadwal dan teratur yang bertujuan untuk mencegah terjadinya kemungkinan kerusakan yang sudah diperkirakan sebelumnya. Kegiatan perawatan ini meliputi penggantian komponen, penggatian cairan pelumas, serta pengembalikan sistem seperti pada kondisi awal. Kegiatan perawatan ini juga dapat mejaga kondisi oprasional peralatan serta meningkatkan kehandalan.

Terdapat beberapa tujuan dilakukan perawatan pencegahan sebagai berikut:

a. Untuk mencegah kemungkinan terjadinya keruskan serta mengurangi periode waktu perbaikan seminimum mungkin.
b. Menjaga fasilitas dalam kondisi baik untuk mempertahankan hasil produk yang berkualitas tinggi.
c. Mengurangi tingkat kerusakan fasilitas.
d. Menjamin keselamatan pekerja.
e. Menjaga industri pada tingkat efisensi produksi
f. Mengurangi biaya dalam semua perawatan.

2. Perawatan Perbaikan (*Corrective Maintenance*)

Corrective Maintenance merupakan suatu stretegi perawatan bertujuan untuk memperbaiki komponen-komponen yang mengalami kerusakan serta meningkatkan kemampuan mesin seperti yang diinginkan. Pada proses perbaikannya untuk mencapai peningkatan mesin yang diinginkan dengan melakukan perubahan atau modifikasi rancangan mesin atau peralatan menjadi lebih baik.

3. Perawatan Berjalan (*Running Maintenance*)

Running Maintenance merupakan kegiatan perawatan yang pelaksanaannya dikerjakan ketika mesin masih bekerja atau mesin sedang beropersi dalam proses produksi. Perawatan berjalan biasanya diterapkan pada mesin-mesin yang harus tetap beroperasi untuk melayani proses produksi.

4. Perawatan setelah terjadi kerusakan (*Breakdown Maintenance*)

Break Maintenance merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya kegagalan atau kerusakan pada mesin atau peralatan, dan pada proses perbaikinya harus disiapkan suku cadang, material, peralatan dan ternaga kerjanya.

5. Perawatan Darurat (*Emergency Maintenance*)

Emergency Maintenance merupakan kegiatan perawatan dengan melakukan perbaikan yang harus dilakukan dengan segara mungkin dikarenakan adanya kemacetan atau kerusakan yang tidak terduga.

6. Perawatan dengan cara penggantian (*Replacement instead of maintenance*)

Replacement instead of maintenance merupakan kegiatan ini dilakukan dengan cara mengganti mesin atau peralatan tanpa melakukan perawatan, dikarenakan harga mesin atau peralatan lebih murah dibandingkan dengan biaya perawatannya. Namun ada alasan lain yang dapat mempengaruhi melakukan perawatan ini seperti perkembangan teknologi sangat cepat, sedangkan peralatan dirancang tidak dirancang untuk waktu yang lama atau banyak komponen yang rusak yang tidak memungkinkan untuk diperbaiki.

7. Penggantian yang direncanakan (*Planned Replacement*)

Planned Replacement menentukan kapan waktu pergantian mesin atau peralatan dengan mesin atau perlatan yang baru, sehingga perusahan tidak perlu menunggu lama waktu perawatan. Terkecuali apabila melakukan perawatan ringan seperti pelumasan dan penyetelan. Peratawan ini dilakukan apabila kemampuan mesin atau peralatan telah

menurun langsung diganti dengan yang baru. Perawatan ini mempunyai keuntungan seperti pabrik akan selalu memiliki suku cadang atau peralatan yang baru dan siap pakai.

Terdapat beberapa kegiatan yang dapat dilakukan pada proses perawatan, sebagai berikut:

1. Pemeriksaan

   Pemeriksaan dilakukan bertujuan untuk mengetahui sesuatu hal yang dapat mempengaruhi asset sehingga dapat menyebabkan kerusakan atau kegagalan pada asset. Kegiatan yang dilakukan meliputi suatu kegiatan pencegahan kerusakan, memamahi jenis dan tingkat kerusakan serta suku cadang, memahami jenis pekerjaan yang dilakukan sesuai prosedur.

2. *Servicing*

   Kegiatan service ini meliputi kegiatan pencucian, pelumasan dan kegiatan yang sejenis. Kegiatan ini didefinikan sebagai suatu kegiatan perawatan pencegahan, yang dilaksanakan sesuai dengan prosedur yang ada, misalnya pelumasan pada bagian-bagian yang berputar dan lainnya.

3. Perbaikan

   Kegiatan perbaikan ini meliputi kegiatan pembongkaran dan penggantian komponen yang rusak serta melakukan pemasangan dan pengujian fasilitas sehingga dapat di pakai kembali. Kegiatan ini merupakan kegiatan perawatan tak terjadwal dalam memperbaiki komponen yang rusak.

4. Perawatan Pulih Balik

   Kegiatan ini dilakukan bertujuan untuk mengembalikan fasilitas pada kondisi awal agar dapat beroperasi sesuai dengan prosedur yang ditentukan. Kegiatan ini seperti pembongkaran, penggantian, perbaikan, pemasangan kembali dan pengujian.

5. Modifikasi

   Kegiatan ini bertujuan untuk melakukan perubahan dari kondisi asli sistem dengan cara menambah, mengurangi, menjadi bentuk lain agar dapat meningkatan kapabilitas, mempermudah perawatan, pengoperasian dan mengurangi biaya perawatan.

2.2.5. Fishbone Diagram

Fishbone diagram (diagram tulang ikan atau *cause and effect diagram* atau *ishikawa diagram*) adalah suatu alat analisis yang menentukan cara melihat efek dan penyebab yang menyebabkan atau kontribusi pada efeknya dalam mengidentifikasi akar penyebab kualitas masalah. Diagram didesain terlihat mirip dengan kerangka ikan, *fishbone diagram* menunjukan kemungkinan-kemungkinan masalah yang berhubungan antara suatu peristiwa (efek) dan berbagai penyebabnya yang terjadi, guna membantu anggota kelompok dalam menyelesaikan secara sistematis. Manfaat *fishbone diagram* ialah membantu menentukan dan mengorganisasi akar penyebab masalah atau karateristik kualitas dengan pendekatan terstruktur, memanfaatkan partisipasi dan pengetahuan kelompok mengidentifikasi yang aman yang harus dilakukan studi lebih lanjut. Masalah-masalah yang dapat diselesaikan dengan fishbone diagram meliputi keterlambatan proses produksi, tingkat cacat (*defect*) produk yang tinggi, mesin produksi yang sering mengalami masalah, jumlah produksi yang tidak stabil, produktivitas yang tidak tercapai.

2.2.6. *Reliability Centered Maintenance* (RCM)

Reliability Centered Maintenance adalah sebuah proses yang digunakan dalam menentukan apa yang harus dilaksanakan dalam memastikan bahwa semua fasilitas selalu dalam kondisi optimal saat digunakan dalam menjalankan fungsinya pada saat beroperasi (Ebelling, 1997). RCM lebih berfokus dalam jenis perawatan *preventive maintenance* (PM) terhadap kerusakan yang terjadi.

Beberapa tujuan penting dalam penerapan RCM, yaitu:

a. Membentuk desain yang berhubungan agar dapat memfasilitasi *Preventive Maintenance* (PM).
b. Memperoleh informasi yang digunakan untuk meningkatkan desain dari produk yang tidak memuaskan, berhubungan dengan keandalan.

c. Membentuk preventive maintenance (PM) dan tugas yang berkaitan dengan mengembalikan kondisi kehadalan dan keamanan pada posisi awal atau aslinya pada saat terjadi penurusan kondisi sistem atau peralatan.
d. Meminimumkan total biaya yang diperlu dikelurakan.

2.2.7. Komponen *Reliability Centered Maintenance* (RCM)

Reliability Centered Maintenance memiliki empat (4) komponen utama, ialah *reactive maintenance, preventive maintenance, predictive testing and inspesction* dan *proactive maintenance*.

1. Perawatan Reaktif (*Reactive Maintenance*)

Jenis perawatan ini sering disebut dengan *breakdown maintenance, fix-when-fail maintenance, run-to-failure maintenance*, atau *repair maintenance*. Perawatan ini melakukan perbaikan, perawatan, dan penggantian komponen apabila mesin sudah tidak beroperasi sesuai dengan fungsinya. Dengan menggunakan pendekatan peratawan reaktif, pada saat sistem atau komponen dalam kondisi tidak beroperasi sesuai fungsinya, maka diperlukan kegiatan perbaikan, perawatan dan penggantian sistem atau komponen. Pada saat meneraoakan perawatan reaktif hal yang harus dilakukan adalah pennggatian komponen yang akan mengakibatkan tinggi jumlah persedian *spare part* yang diperlukan, rendahnya upaya dalam perawatan, dan besarnya presentase kegiatan tidak terencana. Perawatan reaktif dapat dilaksanakan dengan baik apabila hasil keputusan yang sempurna dalam memilih untuk melaksanakan perawatan rekatif setelah melakukan analisa RCM dibandingkan dengan resiko serta biaya yang diperlukan dalam perawatan untuk mengatasi resiko tersebut.

2. Perawatan pencegahan (*Preventive Maintenance*)

Jenis perawatan ini sering disebut dengan *time-driven maintenance* atau *interval-based maintenance* yang dilaksanakan dengan memperhatikan kondisi mesin. Kegiatan yang dilakukan dalam jenis perawatan ini seperti permeriksaan secara periodik, penggantian

spare part, perbaikan komponen penyesuaian pengujian, pelumasan dan pembersihan mesin atau peralatan. Perawatan ini melakukan perawatan dan pemeriksaan secara teratur pada periode waktu tertentu untuk mengurangi terjadinya kegagalan pada mesin atau peralatan. Kegiatan ini dimaksudkan agar meminimalisir jumlah dan bahaya atau akibat kegagalan yang tidak terencana.

Dalam menentukan periode interval waktu perlaksanaan preventive maintenance diperlukan data *Mean Time Between Failure* (MTBF) sebagai parameternya. Setelah itu diperlukan adanya pemeriksaan pada kondisi mesin atau peralatan dalam menentukan kondisi mesin dan menentukan grafik peramalan kondisi mesin pada masa akan datang. Terdapat beberapa pendekatan yang bisa diterapakan dalam meramalkan tren pada periode waktu tertentu, sebagai berikut ini:

a. Mengantisipasi kegagalan berdasarkan kegagalan mesin sebelumnya. Diperlukan data historis kegagalan mesin dalam menentukan kemungkinan terjadinya kegagalan.
b. Distribusi statistik berdasarkan data kegagalan. Distribusi dan probabilitas kegagalan dapat diketahui dengan menggunakan data analisa statistik.
c. Pendekatan konservatif. Dengan melakukan pemeriksaan terhadap mesin atau peralatan pada setiap minggu atau bulan untuk memastikan kondisi mesin dalam keadaan baik.

3. Tes Prediktif dan Inspeksi (*Predictive and Inspection*)

Jenis perawatan ini sering disebut dengan *condition monitoring maintenance* dan *predictive maintenance*. Perawatan ini memerlukan data kemampuan mesin, pengujian, pemeriksaan dan pengawasan secara langsung, kemudian melakukan analisa dari kondisi mesin tersebut yang akan digunakan untuk merencanakan dan menjadwalkan perawatan sebelum terjadinya kegagalan.

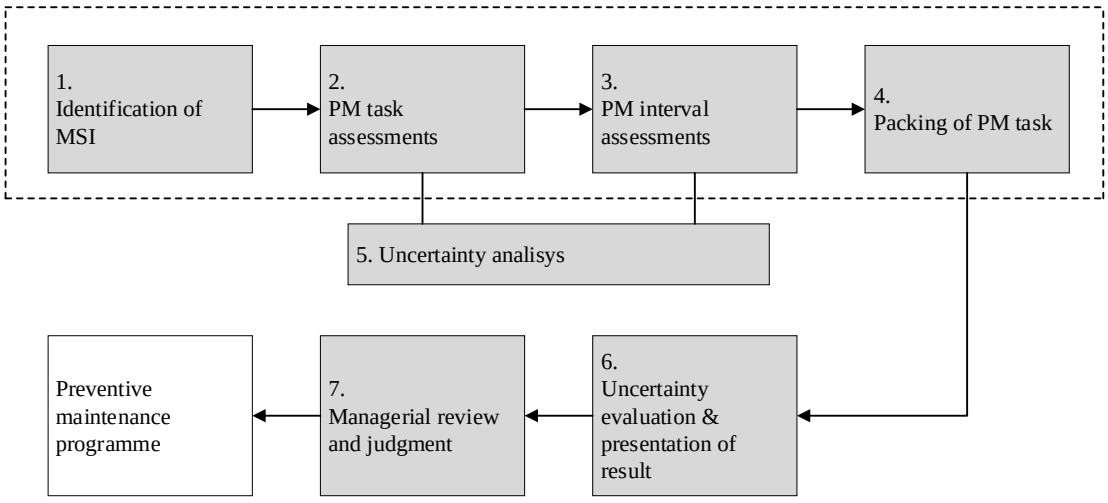
4. Perawatan Proaktif (*Proactive Maintenance*)

Jenis perawatan ini dapat membantu untuk meningkatakan perawatan dalam hal desain, pekerja, instalasi, penjadwalan dan prosedur perawatan. Perawatan proaktif mengggunakan akar pnyebab kegagalan sehingga dapat meningkatkan efektivitas perawatan serta mengevaluasi secara berkala pada periode tertentu.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Selvik & Aven, 2011), menjelaskan bahwa Metodologi RCM terbagi menjadi tiga fase sebagai berikut ini:

a. Mengidentifikasi *Maintenance Significant Item* (MSI) atau sering disebut dengan komponen kritis.
b. Membuat penugasan yang sesuai dengan pekerjaan *preventive maintenance* sesuai juga dengan MSI.
c. Mengimplementasikan dan memperbaruhi pekerjaan *preventive maintenance*.

Menjelaskan ketiga fase tersebut kedalam bagan *Reliability and Risk Centered Maintenance* (RRCM) (Selvik & Aven, 2011), sebagai berikut:



Gambar 2. 1 RRCM *Framework*

Sumber: (Selvik & Aven, 2011)

Pada kontak no 1 sampai dengan kontak no 4 terdapat pada fase pertama (a) dan kedua (b) dalam metodologi RCM dengan menerapkan PM *task assessment* dan PM *interval assessment*. Setalah itu, pada fase terakhir (c) dapat diterapkan dengan mengevaluasi ketidakpastian dan dikomunikasikan kepada pihak manajemen agar dapat dibuat program untuk membantu dalam *preventive maintenance* (PM).

2.2.8. Keandalan (*Reliability*)

Kehandalan (*Reliability*) dari suatu produk atau sistem akan memberitahukan adanya konsep yang dapat diandalkan dalam sistem agar terus beroperasi dengan baik dan tidak ditemukan kegagalan. Kehandalan dapat juga didefinisikan sebagai probabilitas bahwa suatu mesin atau komponen akan menginformasikan suatu fungsi yang dibutuhkan dalam periode waktu tertentu ketika digunakan dalam kondisi operasi (Ebelling, 1997).

"Semakin meningkatnya persaingan bisnis pada setiap perusahan dan permintaan konsumen yang membutuhkan produk dengan kualitas tinggi dan produk tepat waktu sehingga mendorong akan produktivitas mesin dalam tingkat kehandalan yang tinggi". Dapat diketahui dengan apabila produk baik jika berharga 0 dan apabila produk buruh jika R (t) berkisar $\leq$ R (t) $\leq$1 (ansori, 2013).

Kehandalan didefinisikan sebagai probabilitas komponen, perlatan, mesin atau sistem akan melakukan operasi sesuai yang ditentukan pada suatu periode tertentu apabila diaplikasikan pada suatu kondisi pengoperasian yang ditentukan. Kehandalan dari suatu sistem dapat memberikan konsep yang dapat dihandalkan pada sistem yang sedang beroperasi tanpa terjadinya kegagalan. Penerapan kehandalan dapat membantu memperkirakan probabilitas suatu mesin atau komponen untuk dapat bekerja sesuai harapan dalam periode waktu tertentu.

2.2.9. Fungsi Kehandalan

Kehandalan merupakan probabilitas bahwa suatu unit dapat memberikan kemampuan yang optimal pada suatu tujuan tertentu dalam periode waktu tertentu ketika dalam kondisi lingkungan tertentu (Blanchard, 1995).

Fungsi kehandalan dapat dinyatakan kedalam rumus (Ebelling, 1997), sebagai berikut:

$$\mathrm{R(t)} = 1 - \int_0^1 f(\mathrm{t})\,\mathrm{dt} \qquad (1)$$

Untuk $\mathrm{R(t)} \geq 0$, $\mathrm{R}\,(0) = 1$, dan $lim_{t\text{-}\infty}\,\mathrm{R(t)} = 0$

Dimana:

R(t) = kehandalan komponen pada saat *t*

F(t) = fungsi distribusi kegagalan atau kerusakan mesin

f(t) = fungsi tingkat kegagalan komponen

Apabila waktu keruskan mesin dijadikan sebagai variabel acak mempunyai fungsi kepadatan F(t), sehingga:

$$\mathrm{R(t)} = 1 - \mathrm{F(t)} \qquad (2)$$

$$\mathrm{R(t)} = 1 - \int_0^1 \mathrm{F(t)}\,dt \qquad (3)$$

$$\mathrm{R(t)} = 1 - \int_t^\infty \mathrm{F(t)}\,dt \qquad (4)$$

Dimana:

R(t) = fungsi komponen pada saat *t*

F(t) = fungsi kegagalan probabilitas

Mengukur kehandalan pada suatu sistem dengan mengkuantitatifkan biaya tahunan dari mesin yang tidak handal dengan fasilitas yang tersedia membuat kehandalan masuk dalam konteks bisnis. Sistem atau peralatan yang mempunyai kehandalan yang tinggi akan mengurangi biaya kegagalan. Kegagalan ini merupakan hilangnya suatu fungsi dari mesin atau peralatan, terutama fungsinya dalam mencapai tujuan dari perusahaan. Kehandalan merupakan suatu ukuran dari probabilitas yang mampu beroperasi secara bebas dari sebuah kegagalan, dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\mathrm{R(t)} = e^{\left(-\frac{\mathrm{t}}{\mathrm{MTBF}}\right)} \tag{5}$$

$$\mathrm{R(t)} = e^{-\lambda t} \tag{6}$$

Apabila kehandalan sistem dengan banyak komponen, dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$\mathrm{R} = RCA \times RCB \times RCC \ldots etc \tag{7}$$

Dimana:

R_{CA} = kehandalan (*reliability*) komponen A

R_{CB} = kehandalan (*reliability*) komponen B

R_{CC} = kehandalan (*reliability*) komponen C

Perhitungaan kehandalan berdasarkan pada pertimbangan dari modus kegagalan awal, sering juga disebut angka kegagalan dini (menurunnya tingkat kegagalan seiring berjalannya waktu) atau memakai modus using (meningkatnya tingkat kegagalan seiring berjalannya waktu). Terdapat beberapa parameter utama yang menggambarkan kehandalan:

a. *Mean Time Between Failure* (MTBF) adalah rata-rata jarak waktu antar setiap kegagalan komponen.
b. *Mean Time to Repair* adalah rata-rata jarak waktu yang dipakai untuk melakukan perbaikan.
c. *Mean Life To Component* adalah rata-rata usia pakai komponen.
d. *Failure Rate* adalah frekuensi kegagalan suatu komponen atau sistem.

2.2.10. Laju Kegagalan (*Failure Rate*)

Suatu komponen yang mengalami kerusakan atau kegagalan, kerusakan tersebut akan menggangu pada performa suatu alat atau mesin sehingga akan berdampak pada produktivitas dan efiseinsinya. Kerusakan apabila dilihat secara temporer, kerusakan mempunyai laju kerusakan yang berubah-ubah pada setiap kerusakannya. Laju kerusakan (*failure rate*) merupakan suatu sistem *dynamic object* dan mempunyai performa yang berubah terhadap waktu (t) (*sec, min, hour, day, week, month, year*). Hubungan antara laju kerusakan dan waktu dapat dilihat pada saat t = 0 apabila dioperasikan sebuah komponen dapat diamati berapa jumlah kerusakan pada komponen tersebut.

Terdapat tiga daerah yang menunjukan laju kerusakan (Ebelling, 1997), sebagai berikut:

a. *Burn – in Zone* (*Early Life*)

   Daerah ini merupakan daerah awal dalam beroperasinya komponen atau sistem yang baru (*reliability* masih 100%), dengan periode waktu pendek. Daerah ini menunjukan laju kerusakan yang awalnya tinggi dengan bertambahnya waktu sehingga menurun, sering disebut dengan *Decreasing Failure Rate* (DFR). Pada umunya kerusakan yang terjadi dikarenakan kurang sempurnanya proses *manufacturing* atau fabrikasi.

b. *Useful Life Time Zone*

Daerah ini memiliki laju kerusakan yang paling rendah dan konstan, sering disebut sebagai *Constant Failure Rate* (CFR). Pada daerah ini tingkat kehandalan sistem di simulasikan berada pada daerah *useful life time*, dimana laju kerusakan terhadap waktu konstan. Sedangkan pada daerah *wear out time*, tidak dapat diprediksi kemungkinan terjadi kerusakan. Pada daerah ini, kerusakan memiliki laju yang konstan. Apabila diterapkan dalam sistem atau komponen yang baru, maka tingkat kehandalan akan pada kondisi 100% atau R(0) = 100. Sedangkan dalam sistem atau komponen yang sudah mengalami *maintenance*, persamaanya dapat yang digunakan ialah:

$$R(t) = (\mathrm{t})\mathrm{M}\,\mathrm{e}^{-\lambda t} \tag{8}$$

Dimana:

R = nilai kehandalan (%)

M = nilai kehandalan setelah maintenance (%)

λ = laju kerusakan (*failure rate*)

t = periode waktu yang diharapkan

c. *Wear Out Zone*

Daerah ini merupakan daerah terkahir periode pakai sistem atau komponen. Pada daerah ini, laju kerusakan akan mengalami kenaikan yang cukup tinggi dikarenakan beriringnya waktu pakai komponen, sering disebut dengan *Increasing Failure Rate* (IFR). Dalam daerah ini kehandalan sistem atau komponen akan mendekati nol (0), dimana komponen sudah mengalami kerusakan yang sangat parah dan tidak mungkin diperbaiki kembali.

2.2.11. Distribusi Kegagalan

Dalam penelitian ini, distribusi yang digunakan pada kehandalan (*reliability*) ialah distribusi *Weibull*, *Normal*, *Lognormal*, dan *Eksponential*.

a. Distribusi Weibull

Distribusi Weibull merupakan distribusi empiris yang paling banyak digunakan pada semua karakteristik kegagalan dari produk, terutama untuk menghitung umur komponen, karena distribusi ini dapat digunakan baik untuk kerusakan meningkat atau menurun.

Terdapat dua parameter yang digunakan pada distribusi ini ialah θ yang disebut sebagai parameter skala (*scale parameter*) dan β yang disebut sebagai parameter bentuk (*shape parameter*). Fungsi keandalan yang terdapat dalam distribusi *Weibull* (Ebelling, 1997):

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^{\beta}} \tag{9}$$

Dimana θ > 0, β > 0 dan t > 0

Dengan:

β = parameter bentuk

θ = parameter skala

e = bilangan euler

Pada distribusi *Weibull* yang menentukan tingkat kerusakan dari pola data yang terbentuk adalah parameter. Menurut Ebeling (1997) perubahan nilai-nilai dari parameter bentuk (β) yang menunjukan laju kerusakan dapat dilihat pada tabel dibawah ini. Apabila parameter (β) mempengaruhi laju kerusakan maka parameter (θ) mempengaruhi nilai tengah dari pola data.

Tabel 2. 2 Nilai Parameter Bentuk (β) Distribusi Weibull

Nilai	Laju Kerusakan
$0 < \beta < 1$	Laju kerusakan menurun (*deceasing failure rate*) → DFR
$\beta = 1$	Laju kerusakan konstan (*constant failure rate*) → CFR Distribusi Eksponensial
$1 < \beta < 2$	Laju kerusakan meningkat (*increasing failure rate*) → IFR Kurva berbentuk konkaf
$\beta = 2$	Laju kerusakan linier (*linier failure rate*) → LFR Distribusi Reyleigh
$\beta > 2$	Laju kerusakan meningkat (*increasing failure rate*) → IFR Kurva berbentuk konveks
$3 \leq \beta \leq 4$	Laju kerusakan meningkat (*increasing failure rate*) → IFR Kurva berbentuk simetris Distribusi Normal

Sedangkan yang digunakan untuk menghitung tingkat kegagalan, sebagai berikut:

$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\theta}\left(\frac{t}{\theta}\right)^{t-1} \tag{10}$$

$$MTTF = \theta\,\Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \tag{11}$$

$$\Gamma(x) = \int_0^{\infty} y^{x-1}\, e^{x} dy \tag{12}$$

b. Distribusi Lognormal

Distribusi *Lognormal* terdapat 2 parameter ialah *s* didefinisikan sebagai parameter bentuk (*shape parameter*) dan t_{med} didefinisikan sebagai parameter lokasi (*location parameter*) merupakan nilai tengah dari suatu distribusi kerusakan. Distribusi *lognormal* adalah distribusi yang berfungsi untuk menggambarkan distribusi kerusakan pada kondisi yang bervariasi. Distribusi memiliki beragam macam bentuk parameter, sehingga sering dijumpai data yang sama dengan distribusi *weibull* dan sama dengan distribusi *lognormal*. Fungsi *reliability* yang termasuk kedalam distribusi *logrnormal* (Ebeling, 1997).

$$R(t) = 1 - \phi\left(\frac{1}{s}\ln\frac{t}{t_{med}}\right) \tag{13}$$

Dimana s > 0, t_{med} > 0 dan t > 0

Dengan:

s = parameter bentuk

t_{med} = parameter lokasi

ϕ = fungsi densitas probabilitas

Sedangkan fungsi densitas probabilitas, dapat didefinisikan:

$$\phi = \frac{1}{\sqrt{2\pi}st} exp\left[-\frac{1}{2}\left(\ln\frac{t}{t_{med}}\right)^2\right] \tag{14}$$

$$MTTF = t_{med}\exp\left(\frac{s^2}{2}\right) \tag{15}$$

c. Distribusi Normal

Distribusi *Normal* adalah distribusi yang digunakan untuk mengaplikasikan kejadian mesin tejadi kerusakan. Distribusi ini dapat digunakan untuk menghitung kehandalan memodelkan keausan. Distribusi *normal* menggunakan parameter μ sebagai nilai tengah dan σ sebagai standar deviasi. Distribusi normal berhubungan dengan distribusi *lognormal*, sehingga distribusi ini dapat digunakan juga dalam menganalisis distribusi *lognormal*. Fungsi *reliability* yang terdapat pada distribusi *Normal* adalah:

$$R(t) = 1 - \phi\frac{t-\mu}{\sigma} \tag{16}$$

Dimana μ > 0, σ > 0 dan t > 0

Dengan:

μ = rata-rata (*average*)

σ = variansi

ϕ = fungsi densitas probabilitas

Sedangkan fungsi densitas probabilitas, dapat didefinisikan:

$$\phi = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)^2\right] \tag{17}$$

d. Distribusi Eksponential

Distribusi *Eksponential* adalah distribusi yang berfungsi memodelkan laju kerusakan yang konstan pada sistem yang beropersai secara kontinyu. Distribusi ini digunakan dalam menghitung kehandalan dari distribusi kerusakan yang memiliki laju kerusakan konstan. Distribusi *eksponential* memiliki laju kerusakan yang konstan terhadap waktu, atau distribusi laju kerusakan tidak tergantung pada umur alat atau mesin. Distribusi ini merupakan distribusi yang paling mudah dianalisis. Distribusi *eksponential* menggunakan parameter λ sebagai parameter yang menunjukan rata-rata

kedatangan kerusakan yang terjadi. Fungsi *reliability* yang terdapat pada distribusi eksponential ialah:

$$R(t) = e^{-\lambda t} \tag{18}$$

Dimana t > 0 dan λ > 0

Dengan:

e = bilangan euler

λ = tingkat kegagalan per jam atau siklus

Sedangkan untuk menghitung tingkat kegagalan (λ), didefinisikan sebagai berikut:

$$\lambda = \frac{1}{MTTF} \tag{19}$$

Dimana distribusi tingkat kegagalan per jam atau siklus (λ(t)) sama dengan λ

2.2.12. Kehandalan dengan *Preventive Maintenance*

Untuk melakukan peningkatan kehandalan salah satu cara dengan melakukan *preventive maintenance*. Dengan menerapkan *preventive maintenance* mesin atau sistem dapat dikurangi dan menunjukan hasil yang cukup signifikan terhadap umur mesin sehingga akan meningkatkan kehandalan pada suatu mesin. Perhitungan kehandalan mesin pada saat *t* dapat didefinisikan sebagai berikut (Lewis, 1994):

$$R_m(t) = R(T)^n . R(t - nT) \tag{20}$$

Untuk $nT \leq t < (n+1)\,T$

Dimana n = 1,2,3…dst

Dengan:

t = waktu

n = jumlah perawatan

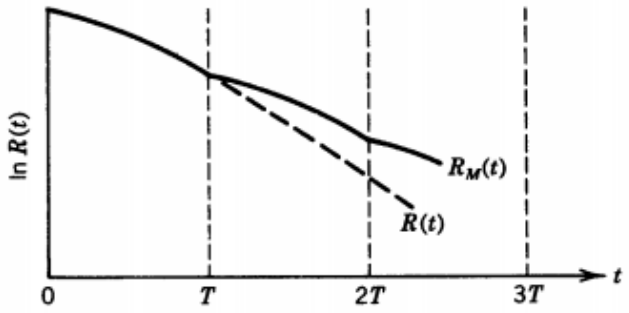
T = interval waktu pencegahan pergantian kerusakan

R(t) = probabilitas kehandalan sistem tanpa *preventive maintenance*

$R(t)^n$ = probabilitas kehandalan sistem perawatan ke-n

R(t-nT) = probabilitas kehandalan sistem antara waktu t-nT setelah sistem dikembalikan ke kondisi awal pada saat T

$R_m(t)$ = probabilitas kehandalan sistem dengan *preventive maintenance*



Gambar 2. 2 Pengaruh *Preventive Maintenance* terhadap *Reliability*

Sumber: (Lewis, 1994)

Sedangkan untuk laju kerusakan yang konstan, dapat didefinisikan:

$$\mathrm{R(t)} = e^{-\lambda t} \tag{21}$$

$$\mathrm{R_m(t)} = \left(e^{-\lambda t}\right)^n \tag{22}$$

$$\mathrm{R_m(t)} = e^{-\lambda t} \times e^{-\lambda t} \times e^{-\lambda t} \tag{23}$$

$$\mathrm{R_m(t)} = e^{-\lambda t} \tag{24}$$

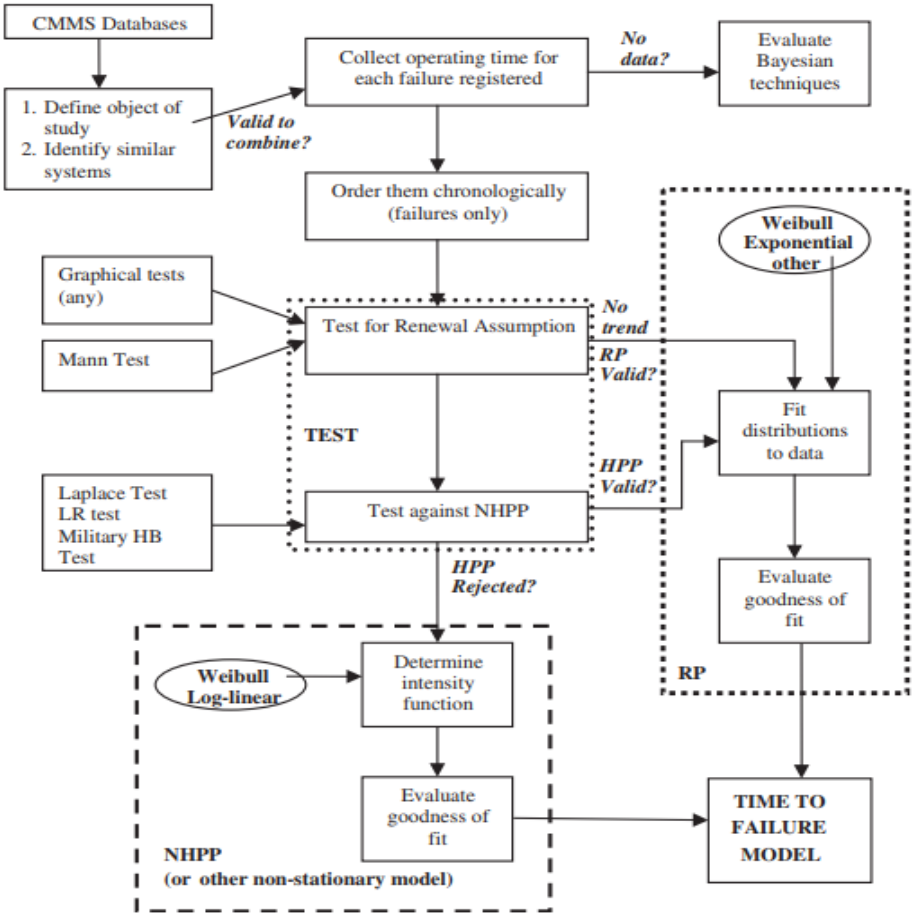
$$R_m(t) = R(t) \quad (25)$$

Berdasarkan rumus diatas, membuktikan bahwa apabila kerusakan yang memiliki laju kerusakan yang konstan atau memiliki distribusi eksponensial dilakukan *preventive maintenance* tidak akan berdampak apapun. Dengan demikian, tidak terdapat peningkatan kehandalan (*reliability*) yang diinginkan, karena Rm(t) = R(t).

Sedangkan kerusakan yang memiliki laju kerusakan tidak konstan dan melakukan *preventive maintenance* tidak meningkatkan kehandalan komponen atau peralatan. Pada kondisi seperti ini solusi tepat yang perlu dilakukan yaitu dengan melakukan pergantian komponen atau mesin tersebut (Lewis, 1994).

2.2.13. Analisis Time Between Failure

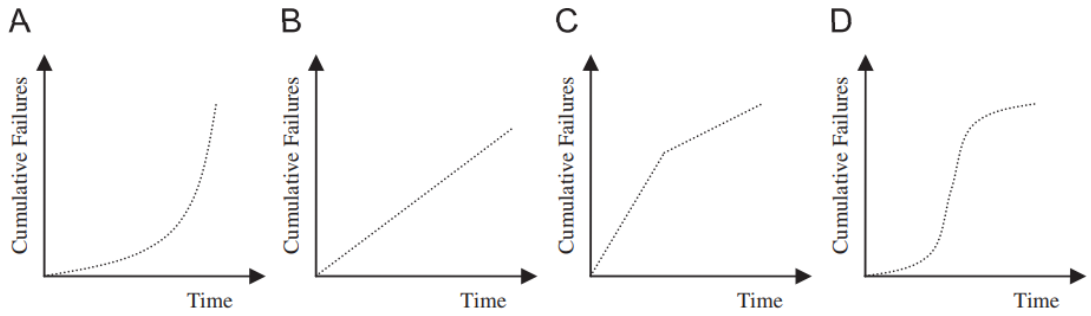
Terdapat beberapa langkah yang dapat dilakukan dalam pengolahan data untuk *Time Between Failure* (TBF) (Louit, et al., 2009). Sebagai berikut:



Gambar 2. 3 Bagan Analisis TBF

Sumber: (Louit, et al., 2009)

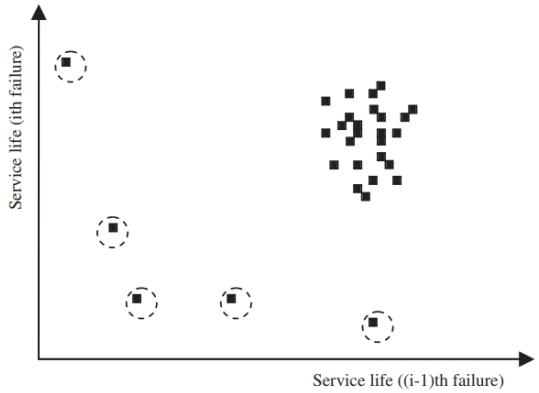
Untuk menganalisis tren data TBF dapat dilakukan dengan melakukan *graphical test* yaitu dengan melakukan plotting data kumulatif TBF (sebagai sumbu X) dan kumulatif frekuensi kegagalan (sebagai sumbu Y) sehingga akan menggambarkan kecenderungan data yang terbentuk seperti gambar 2.4. Apabila data menunjukkan grafik seperti grafik A, B dan C data dianggap tidak mempunyai trend, dan apabila data menunjukkan seperti grafik D data dianggap memiliki trend, seperti berikut:



Gambar 2. 4 *Cumulative Failure vs Time Plots*

Sumber: (Louit, et al., 2009)

Pada *graphical test* yang kedua yaitu dengan melakukan plot data TBF yang terjadi secara berturut-turut dengan melakukan plot data TBF sebelumnya $(i-1)^{th}$ (sebagai sumbu X) dan plot data TBF saat ini atau setelahnya i^{th} (sebagai sumbu Y). Apabila data membentuk satu kumpulan titik (gambar 2.5) maka data dianggap tidak memiliki trend atau apabila data membentuk lebih dari satu kumpulan titik maka dianggap memiliki trend.



Gambar 2. 5 *Successive Service Life Plot*

Sumber: (Louit, et al., 2009)

Apabila data memiliki tren data maka perlu dilakukan *Power Law Process* NHPP (*Nonhomogenous Poisson Process*). NHPP memungkinkan pemodelan tren pada sejumlah kegagalan yang ditemukan dalam suatu interval berkaitan dengan umur total sistem melalui fungsi intensitas. Terdapat 2 paramater dalam fungsi intesitas NHPP adalah intensitas hukum daya (intensitas Weibull) dan intensitas log-linear. Parameter yang dimaksud adalah sebagai berikut (Louit, et al., 2009):

$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta}\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1} \tag{26}$$

$$\eta = \frac{t_n}{n^{\frac{1}{\beta}}} \tag{27}$$

$$\beta = \frac{n}{\sum \ln \frac{t_n}{t_i}} \tag{28}$$

Dimana:

β = beta (shape parameter)

η = eta (scale parameter)

n = jumlah kegagalan

t_n = total running time

t_i = running time saat kegagalan muncul

I = 1,2,3,..dst

Apabila menggunakan NHPP, para teknik dapat membayangkannnya sebagai dua tahap masalah. Pertama (*inner stage*) berkaitan dengan penggunaan fungsi intensitas data dan kedua (*outer stage*) berkaitan dengan penggunaan fungsi intensitas kumulatif untuk memperkiraan keandalan (probabilitas kegagalan) pada suatu sistem. Jika tidak memiliki tren dan data dianggap independen dan indentik, maka hanya diperlukan satu tahap, dimana

secara langsung distribusi waktu antar kegagalan yang digunakan data dan perkiraan kehandalan (probabilitas keandalan).

2.2.14. Mean Time To Failure (MTTF)

MTTF merupakan rata-rata selang waktu kerusakan pada suatu distribusi kerusakan dimana rata-rata waktu berdasarkan waktu ekspektasi terjadinya kerusakan dari peralatan identik yang beroperasi pada kondisi normal.

Diperoleh MTTF untuk distribusi sebagai berikut:

$$\mathrm{MTTF}:\mathrm{E}\,(\mathrm{t}) = \int_0^\infty t\, f(t)\,\mathrm{dt} \tag{29}$$

$$f\,(\mathrm{t}) = \frac{d\,\mathrm{F}\,(t)}{\mathrm{dt}} = \frac{d\mathrm{R}\,(t)}{\mathrm{dt}} \tag{30}$$

$$\mathrm{MTTF} = \int_0^\infty -\frac{d\mathrm{R}\,(t)}{\mathrm{dt}}\,\mathrm{t}\,\mathrm{dt} \tag{31}$$

$$\mathrm{MTTF} = -\mathrm{tR}\,(\mathrm{t})\big|_0^\infty + \int_0^\infty \mathrm{R}\,(\mathrm{t})\,\mathrm{dt} \tag{32}$$

$$\mathrm{MTTF} = \int_0^\infty \mathrm{R}(\mathrm{t})dt \tag{33}$$

Dimana:

t = waktu kerusakan

f(t) = fungsi kepadatan probabilitas

R(t) = fungsi kehandalan

2.2.15. Mean Time To Repair (MTTR)

MTTR digunakan dalam menghitung rata-rata serta penentuan nilai tengah berdasarkan fungi probabilitas dalam waktu perbaikan. Untuk melakukan pengujian ini hampir dapat dibuat perumusan sebagai berikut:

$$\text{MTTR} = \int_0^{\infty} (1 - \text{H}(\text{t}))\ (dt) \tag{34}$$

Dimana:

h(t) = fungsi kepadatan peluang untuk data waktu perbaikan (TTR)

H(t) = fungsi distribusi kumulatif untuk data waktu perbaikan (TTR)

t = waktu perbaikan yang dibutuhkan terhadap komponen yang rusak.

Perhitungan nilai MTTR pada masing-masing distribusi (Ebelling, 1997), sebagai berikut:

a. Distribusi Wiebull

$$\text{MTTR} = \theta.\text{I}\,(1 + \frac{1}{\beta}) \tag{35}$$

b. Distribusi Normal

$$\text{MTTR} = \mu \tag{36}$$

c. Distribusi Lognormal

$$\text{MTTR} = t_{med}.e^{\frac{s^2}{2}} \tag{37}$$

d. Distribusi Eksponential

$$\text{MTTR} = \frac{1}{\lambda} \tag{37}$$

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

1.1. Objek dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PT. Primissima yang merupakan perusahaan produsen tekstil halus terkemuka di Indonesia yang produknya memiliki daya cipta nilai tinggi dan mampu bersaing dengan pasar global. PT. Primissima berada di Jalan Raya Magelang Km. 15 Medari, Kecamatan Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Penelitian dilakukan pada September – Oktober 2018.

1.2. Teknik Pengumpulan Data

Terdapat beberapa langkah teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitan ini, sebagai berikut:

a. Observasi

   Langkah observasi merupakan kegiatan dilakukan dengan melakukan pengamatan secara langsung pada objek penelitian untuk mencari data atau informasi yang berkaitan dengan penelitian sehingga dapat dipertanggungjawabkan kebenaran sesuai fakta dan benar. Observasi pada penelitian ini adalah obsevasi secara langsung dibagian mesin *Air Jet Loom* (AJL).

b. Wawancara

   Langkah pengumpulan data ini dilakukan dengan cara saling bertukar informasi secara langsung dengan sumber ahli. Pada penelitian ini wawancara dilakukan dengan departemen produksi pabrik I, bagian kepala produksi, kepala *maintenance* mesin *Air Jet Loom* (AJL), karyawan *maintenance* AJL.

c. Studi Literatur

   Langkah studi literatur dilakukan dengan cara pengumpulan data dan informasi yang berkaitan penelitian dari sumber terpercaya seperti buku, jurnal, dan penelitian sebelumnya dalam menyelesaikan penelitian ini.

1.3. Sumber data

Terdapat dua sumber data yang digunakan pada penelitian ini, ialah data primer dan data sekunder, sebagai berikut:

1. Data primer

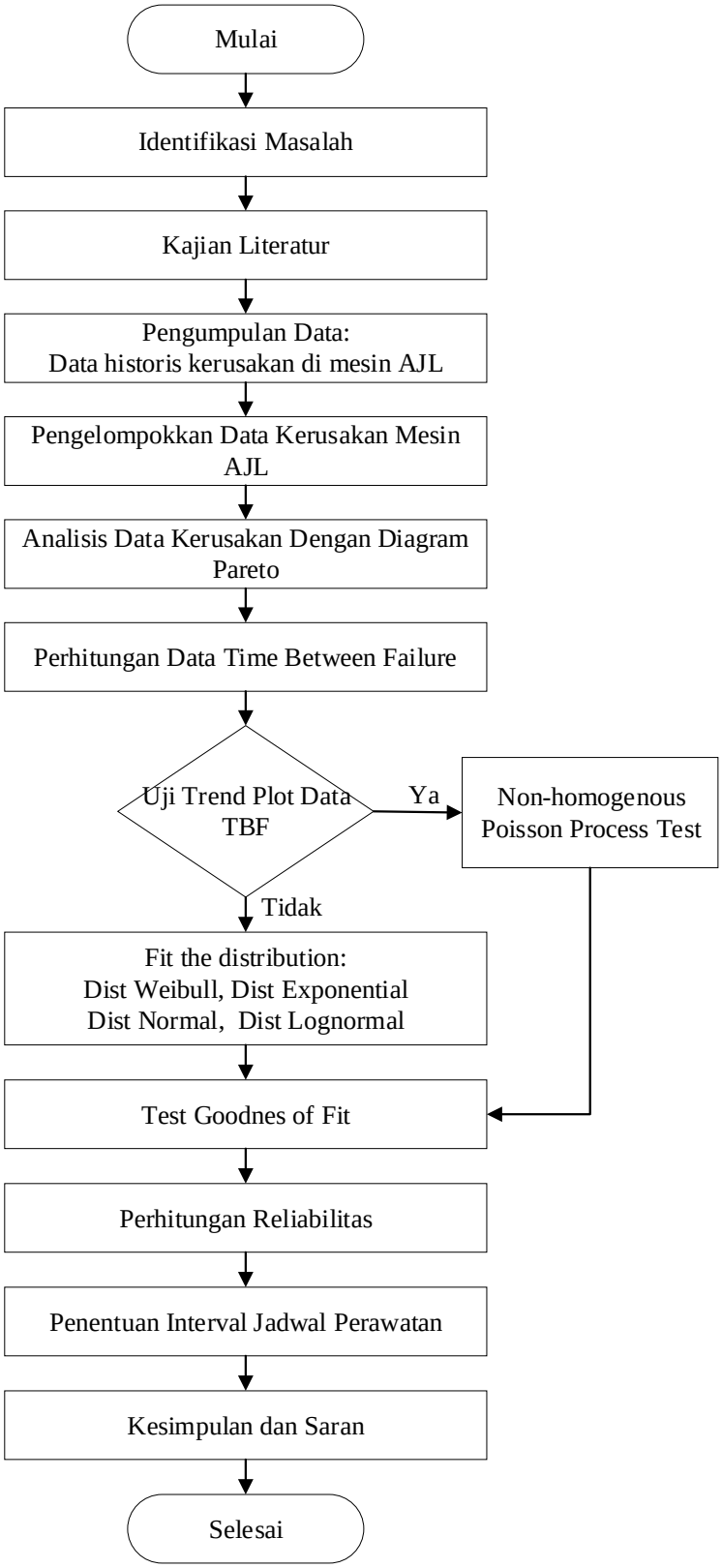
   Data primer merupakan data yang didapatkan langsung dari sumbernya atau perusahaan berdasarkan wawancara kepada departemen produksi pabrik I, bagian produksi, kepala bagian *maintenance*, operator produksi dan *maintenance* dan observasi dilapangan. Data primer yang diperoleh berupa data historis kerusakan mesin AJL.

2. Data sekunder

   Data sekunder merupakan data yang didapatkan dari sumber lain yang berkaitan dengan penelitian. Data sekunder berupa data yang bersumber dari literatur atau kajian yang berkaitan dengan perawatan (*maintenance*) tersedia secara *online* (internet) dan *offline* (tertulis) berkaitan dengan perawatan, kehandalan, RCM dan perawatan pencegahan.

1.4. Alir Penelitian

Beberapa langkah-langkah atau proses yang dilakukan dalam penelitian untuk menyeselsaikan permasalahan. Adapun proses yang dilakukan digambarkan sebagai berikut:



Gambar 3. 1 Alir Penelitian

Keterangan diagram alir penelitian:

a. Identifikasi Masalah

   Dalam mengidentifikasi masalah dengan melakukan observasi dan wawancara kepada pihak terkait. Berdasarkan observasi dan wawancara diperoleh data bahwa pada bagian *air jet loom* memiliki *downtime* yang signifikasi diakibatkan berhenti mesin produksi. Berhenti mesin produksi akan mengganggu jalan produksi serta akan mengakibatkan menurunnya produktivitas kerja dan jumlah produksi kain. Adanya mesin berhenti dikarenakan bermasalahnya manajemen perawatan mesin yang digunakan perusahaan yang tidak dapat mengantisipasi atau mencegah kemungkinan mesin terjadi kerusakan. Tujuan dari penelitian ini ialah mengidentifikasi mesin dan komponen kritis yang menyebabkan *downtime* sistem proses produksi serta merancang sistem perawatan mesin dalam mengurangi *downtime* yang terjadi di sistem proses produksi.

b. Kajian Literatur

   Pada kajian literatur ini mengambil kutipan atau studi-studi yang berkaitan penelitian untuk mendukung dan memperoleh pengetahuan yang membantu dalam menyelesaikan penelitian ini. Pada studi pustaka diperoleh dari berbagai sumber termasuk buku, jurnal, skripsi dan lain-lain yang berkaitan dengan penelitian ini, yang telah dilakukan sebelumnya untuk memperoleh pemahaman dan informasi dalam menyelesaikan penelitian ini.

c. Pengumpulan Data

   Data yang diperlukan disini meliputi data kerusakan mesin AJL, frekuensi kerusakan mesin, jadwal interval kerusakan, waktu komponen mengalami kerusakan, waktu komponen selesai dilakukan kerusakan, waktu interval antar kerusakan, waktu melakukan perbaikan kerusakan, *downtime* komponen mesin. Data dan informasi yang mendukung seperti jam kerja, jam kerja shift dan nonshift, jumlah produksi kain, lama produksi kain, harga pokok produksi, harga jual kain.

d. Pengelompokkan Data Kerusakan Mesin AJL

   Pengelompokkan data kerusakan mesin AJL berdasarkan data historis kerusakan di perusahaan dicatat kembali ke dalam MS. Excel, kemudian dilakukan

pengelompokan data kerusakan berdasarkan setiap bagian atau stasiun, mesin, dan komponen dengan melakukan penyaringan dan penyimpulan data

e. Analisis Data Kerusakan dengan Diagram Pareto

Setelah disaring dan disimpulkan data setiap kerusakan bagian atau mesin, dan komponen yang sama akan mendapatkan jumlah *downtime* kerusakan pada setiap bagian atau mesin dan komponen. Jumlah *downtime* komponen yang dominan jadikan sebagai komponen kritis yang selanjutnya komponen tersebut akan dilakukan penelitian lebih lanjut.

f. Perhitungan Data *Time Beetwen Failure*

Sebelum melakukan perhitungan data *Time Beetwen Failure* harus ditentukan waktu kerusakan serta waktu selesai melakukan perbaikan. Perhitungan *time between failure* dilakukan dengan menghitung selang waktu antar kerusakan dari suatu kerusakan yang telah selesai diperbaiki sampai terjadi kerusakan yang berikutnya.

g. Uji Trend Plot Data TBF

Uji trend plot data dilakukan untuk mengetahui apakah data mempunyai tren atau tidak. Analisis ini mempunyai 2 *grapichal test* data kerusakan setiap komponen. Pertama yaitu *trend plot* data ialah analisis dengan melakukan plot data antara data kumulaitif TBF dan kumulaitf frekuensi kegagalan untuk mengetahui apakan data memiliki kecenderungan terdahap tren tertentu. Kedua yaitu *successive service life plot* data ialah analisis dengan melakukan plot data antara data TBF ke-*n* dan TBF data sebelumnya ke-(*n-1*). Apabila data terbentuk lebih dari 2 klaster atau menunjukan garis lurus, maka data menunjukan memiliki trend tertentu. Uji tren dilakukan untuk menganalisi penting dalam menentukan apakah proses pada data memiliki suatu tren tertentu. Tren akan mengetahui apakah tingkat kegagalan meningkat, menurun atau konstan, sehingga dengan uji tren dapat memprediksi dan menganalisis waktu antar kegagalan atau kerusakan dalam mengambil keputusan waktu perawatan.

h. Uji *Goodness of Fit*

Uji *Goodness of fit* dilakukan apabila data TBF tidak memiliki trend. Langkah ini melakukan perhitungan distribusi, untuk menentukan jenis distribusi yang akan

digunakan. Uji *Goodness of fit* pada setiap distribusi dilakukan dengan menggunakan Minitab 18.

i. Perhitungan Reliabilitas

Perhitungan nilai reliabilitas dilakukan berdasarkan masing-masing komponen dan perumusan kebijakan perawatan yang tepat. Dengan melakukan perhitungan sebelum dilakukan perawatan dan setelah dilakukan perawatan pada setiap komponen.

j. Penentuan Interval Jadwal Perawatan

Berdasarkan perhitungan reliabilitas, akan didapatkan waktu interval yang tepat untuk dilakukan perawatan dalam meningkatkan kehandalan komponen dan waktu interval perawatan komponen kritis.

k. Kesimpulan dan Saran

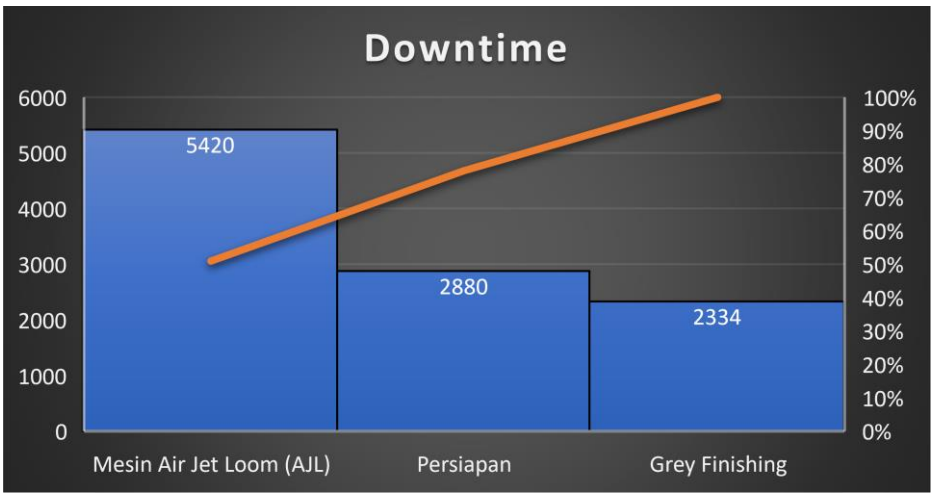
Melakukan penyimpulan terhadap hasil yang diperoleh dan melakukan perbandingan hasil tersebut terhadap jadwal perawatan mesin yang telah dilakukan serta memberikan saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB IV

PENGOLAHAN DATA

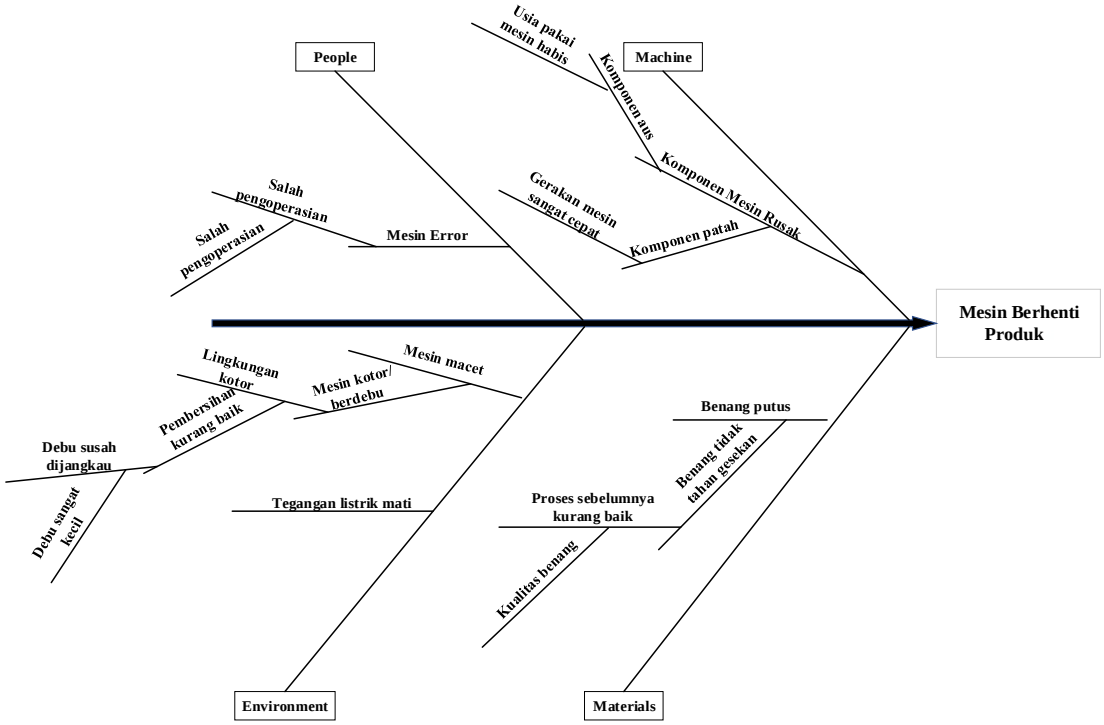
4.1. Identifikasi Komponen Kritis

Komponen kritis pada laporan ini didefinisikan sebagai suatu komponen pada sistem proses produksi yang paling sering mengalami kerusakan atau kegagalan dan memiliki dampak besar dalam sistem proses produksi jika komponen tersebut mengalami kerusakan atau kegagalan. Berdasarkan dari data perusahaan dan hasil wawancara didapatkan bahwa terdapat kerusakan yang signifikan pada komponen mesin sehingga mengakibatkan *downtime* waktu produksi dikarenakan adanya perbaikan kerusakan mesin yang menyebabkan menurunnya jumlah produksi kain. Berikut ini *downtime* yang terjadi selama 1 april sampai dengan 30 september 2018.



Gambar 4. 1 Presentase *Downtime* tiap bagian mesin AJL

Berdasarakan *diagram pareto*, didapatkan bahwa bagian mesin *Air Jet Loom* (AJL) yaitu bagian yang berfungsi dalam melakukan proses pertenunan mulai dari benang hingga menghasilkan kain yang sesuai dengan diinginkan.



Gambar 4. 2 *Fishbone Diagram*

Penjelasan *fishbone diagram* sebagai berikut:

Mesin berhenti produksi dikarenakan beberapa faktor yang mempenaruhinya diantara lain:

a. *Machine*

Machine dipengaruhi oleh komponen mengalami kerusakan, ini dipengaruhi oleh adanya komponen patah dan komponen aus. Komponen patah dikarenakan gerakan mesin yang sangat cepat, dan komponen aus dikarenakan usia pakai komponen udah habis.

b. *Materials*

Materials dapat membuat mesin berhenti dipengaruhi oleh benang putus. Benang putus terjadinya karena benang tidak tahan gesekan pada proses prosukdi berlangsung. Tidak tahan gesekan dipengaruhi kurang baik pada proses sebelumnya yaitu proses

pengkanjian dan penghian. Kurang baiknya proses sebelumnya dikarenakan oleh kualitas benang yang digunakan.

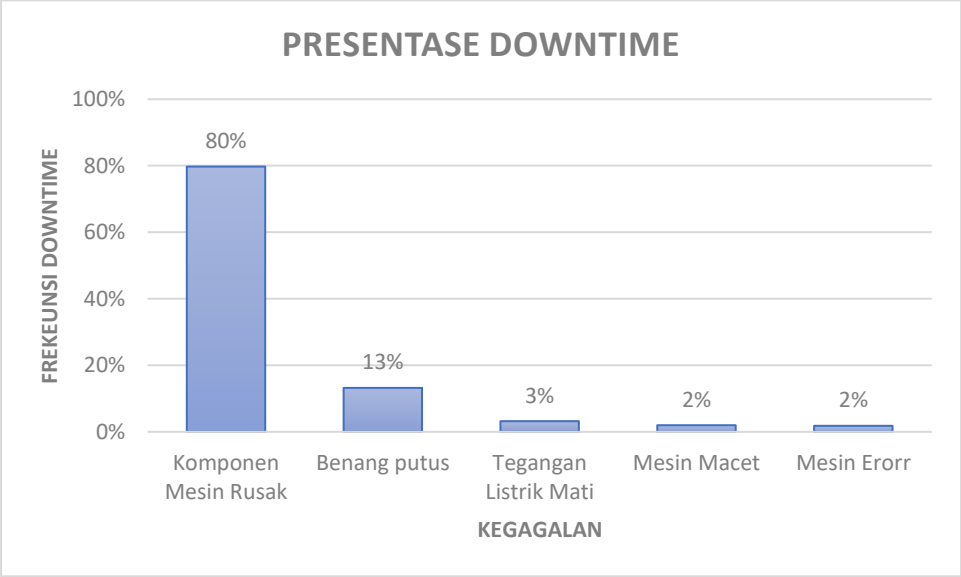
c. *Environment*

Environment dapat mempengaruhi mesin berhenti dipengaruhi dengan adanya mesin macet. Mesin macet ini dipengaruhi oleh mesin kotor atau berdebu. Mesin berdebu dipengaruhi oleh lingkungan produksi yang kotor. Lingkungan produksi dipengaruhi oleh pembersihan oleh *vacuum cleaner* kurang baik. Pembersihan kotoran atau debu kurang baik dipengaruhi oleh kotoran atau debu susah dijangkau oleh *vacuum cleaner*. Debu susah dijangkau dikarenakan debu berbentuk sangat kecil. Faktor *environment* yang dapat membuat mesin berhenti produksi dipengaruhi oleh tegangan listrik mati, mesin masih menggunkan tenaga listrik.

d. *People*

Faktor *people* ini dapat mempengaruhi adanya mesin error. Mesin error diakibatkan oleh salah pengopersian. Pengoperasian ini dikarenakan oleh kemampuan operator yang mengoperasikan.

Berikut ini presentase *downtime* yang diperoleh dengan menggunakan *fishbone diagram*:



Gambar 4. 3 Perbandingan Durasi *Downtime*

Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa sebanyak 84% waktu berhentinya *downtime* disebabkan karena danya kerusakan pada mesin. Hal ini sangat signifikan dapat mengurangi jumlah produksi kain perusahhan sehingga penelitian di fokuskan pada komponen mesin yang mengalami kerusakan yang mengakibatkan berhentinya produksi.

Berikut ini komponen-komponen mesin *Air Jet Loom* (AJL) yang mempunyai frekuensi kegagalan, *downtime*, jumlah TBF yang paling signifikan dalam sistem proses produksi, sehingga komponen-komponen ini dianggap sebagai komponen kritis. Penelitian ini berfokus pada komponen-komponen kritis tersebut.

4.2. Proses Produksi Pada Mesin *Air Jet Loom* (AJL)

Devisi *Weaving* (Pertenunan) merupakan bagian yang berfungsi sebagai memproses benang menjadi kain yang siap untuk diolah lagi atau dipasarkan kepada komsumen. PT. Primissima memakai dua jenis benang yaitu benang *cotton* dan benang rayon. Benang cotton mempunyai serat yang sedikit kasar, warna gelap, dan mempunyai bahan campuran sehingga mudah menyerap air. Benang rayon mempunyai serat yang lembut, warna lebih cerah dan mempunyai bahan campuran yang tidak dapat menyerap air. Berikut ini proses yang terdapat pada devisi *weaving*.

Benang yang sudah siap akan diproses akan diawali dengan mengubah benang benang kelos menjadi benang yang sering disebut sebagai benang *palet* dengan menggunakan mesin *pirn winder* (*palet*), satu buah gulungan benang kelos menjadi 70 buah gulungan benang *palet*. Kemudian benang akan diproses pada mesin *warper* (penghanian) yaitu untuk menggulung benang yang sebelumnya dalam bentuk *cheese* atau *cone* kedalam sebuah beam untuk memudahkan pada proses pengkanjian. Setelah itu benang diproses di mesin *sizing* (pengkanjian) yaitu mengkanji benang lusi yang bertujuan untuk meningkatkan kekuatan benang lusi sehingga benang kuat dan tahan pada gesekan dalam proses tenun (AJL) dan bulu pada benang tidak mudah keluar. Proses ini membutuhkan uap air sebagai perebusan benang dengan hasil pembakaran batu bara. Kemudian benang akan diproses dimesin *leasing* (pemisahan) yaitu untuk menyilangkan jajaran lusi yang sudah dikanji dan sudah dibeam,

proses ini bertujuan agar jajaran benang lusi dengan yang lain lurus dan tidak silang terlalu jauh. Proses selanjutnya benang akan diproses di mesin *reaching* (cucuk) benang lusi akan dimasukkan kedalam *dropper*, gun, dan sisir, untuk menentukan kepadatan atau kerataan anyaman dan menentukan lebar kain.

Setelah semua proses selesai, benang akan diproses di bagian pertenun, yang merupakan bagian paling utama pada semua proses yang dilakukan yaitu melakukan proses pertenunan hingga menghasilkan kain yang sesuai dengan yang dikehendaki. Dimana benang lusi dan benang pakan ditenun atau dianyam sehingga menjadi kain. Setelah menjadi kain, kain tersebut selanjutnya akan di inspeksi yaitu melakukan pemeriksaan pada kain yang diproduksi untuk menentukan kualitas dan jenis *grade* kain. Kemudian kain akan dilipat sesuai panjang yang dikehendaki yang selanjutnya kain akan di *packing* dibagina gudang.

4.3. Interval Pelaksanaan Perawatan

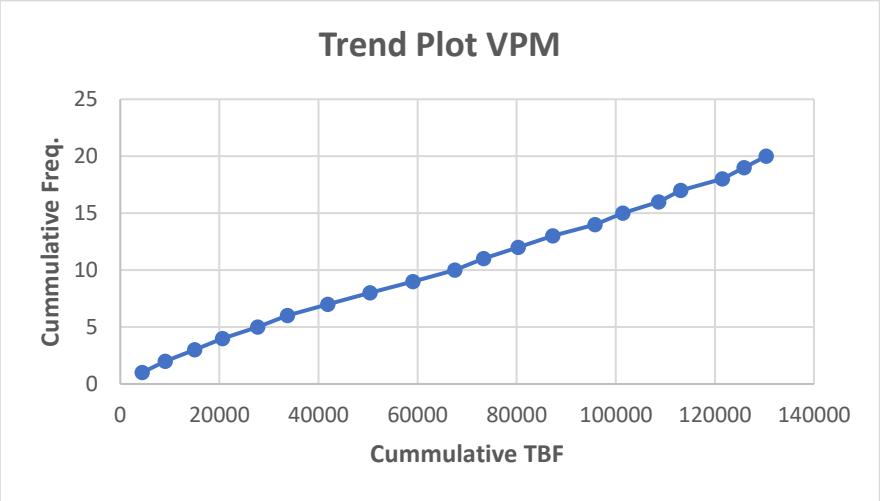
4.3.1. Komponen VPM

Komponen VPM merupakan komponen ini berfungsi sebagai pembagai arus (*power supply*) tegangan listrik pada benang lusi yang dikendalikan oleh motor *let-off* dalam mengatur tegangan lusi yang perlu disesuaikan dengan kebutuhan. Selama produksi pada tahun 2018, komponen VPM mengalami 20 kali kerusakan, yang mengakibatkan *downtime* selama 108804 menit 1813,4 jam. Hal ini sangat signifikan dapat mengurangi produktivitas dan jumlah produk kain yang dihasilkan. Berikut akan dilakukan pengolahan data terhadap data kerusakan komponen VPM dalam menentukan matematis reliabilitas yang sesuai.

a. Trend Test Komponen VPM

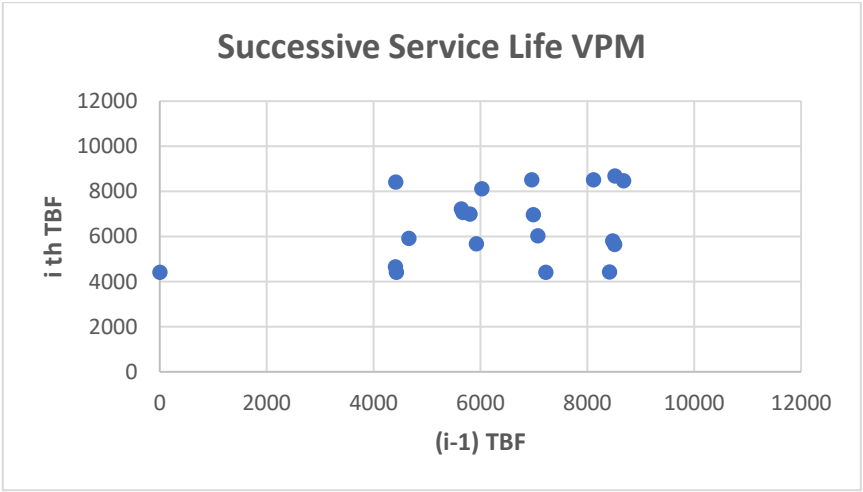
Uji pada tahap ini akan dilakukan 2 buah *graphical test* terhadap data *Time Between Failure* (TBF) dalam mengetahui apakah data tersebut dapat memperlihatkan pola trend tertentu. Uji yang pertama adalah uji trend plot data yaitu uji data dengan melakukan plot antara data kumulatif TBF (sebagai sumbu X) dan kumulatif frekuensi kegagalan (sebagai sumbu Y)

sehingga akan menunjukan apakah data tersebut memiliki kecenderungan pada pola trend tertentu.



Gambar 4. 4 Trend Plot Komponen VPM

Selanjutnya dilakukan uji plot yang kedua adalah *successive service life plot* yaitu dengan melakukan *scatter plot* data TBF sebelumnya (i-1)th TBF (sebagai sumbu X) dan data TBF saat ini atau setelahnya ith (sebagai sumbu Y).



Gambar 4. 5 *Successive Service Life Plot* Komponen VPM

b. *Goodness of Fit*

Uji *Goodness of Fit* distribusi probabilitas dengan menggunakan *software* minitab 18. Berdasarkan hasil pengolahan data *minitab* 18, data TBF komponen VPM didapatkan data mempunyai distribusi probabilitas Weibull senilai 1.008

c. Analisis Reliabilitas

Berdasarkan *best of fit distribution* diperoleh bahwa distribusi komponen VPM adalah distribusi Weibull 1.327 dengan *scale* parameter (θ) 118.81 jam dan *shape* parameter 4.86932, nilai MTTF 108,92 jam dan nilai MTTR 59,8569 menit.

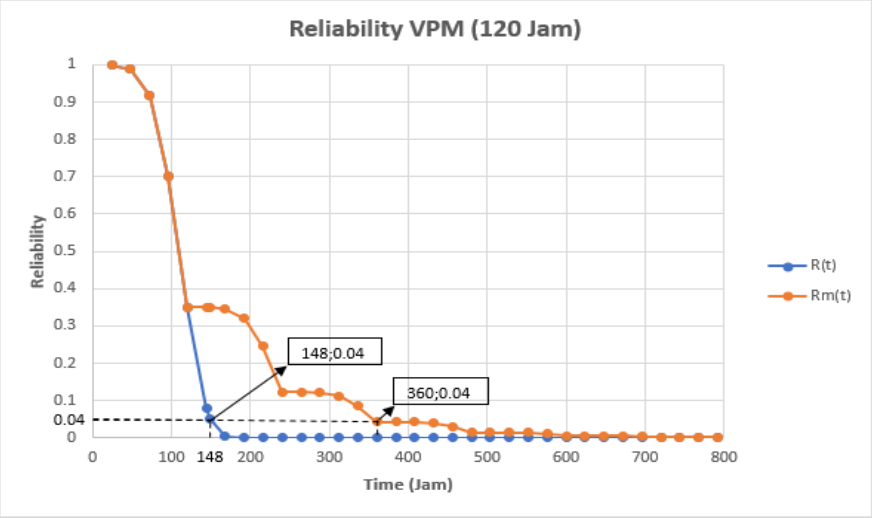
$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^{\beta}}$$

Sehingga akan diperoleh nilai reliabilitas komponen VPM, dengan menggunakan nilai waktu kelipatan 1 hari atau 24 jam sampai waktu 792 jam. Diperoleh nilai reliabilitas sebelum dan sesudah dilakukan *preventive maintenance* diasumsikan perawatan dilakukan setiap 5 hari atau 120 jam.

Tabel 4. 1 *Reliability* Komponen VPM dengan PM setiap 120 jam

t	R(t)	n	T	t-nT	R(T)^n	R(t-nT)	Rm(t)
24	0.9995855	0	0	24	1	0.999585	0.99958547
48	0.9879544	0	0	48	1	0.987954	0.98795437
72	0.9164226	0	0	72	1	0.916423	0.91642259
96	0.7017224	0	0	96	1	0.701722	0.70172241
120	0.3499661	1	120	0	0.349966	1	0.34996615
144	0.0780017	1	120	24	0.349966	0.999585	0.34982108
148.8315	0.0499998	1	120	28.8315	0.349966	0.998988	0.34961189
168	0.0044994	1	120	48	0.349966	0.987954	0.34575058
192	3.189E-05	1	120	72	0.349966	0.916423	0.32071688
216	1.05E-08	1	120	96	0.349966	0.701722	0.24557909
240	4.703E-14	2	120	0	0.122476	1	0.1224763
264	6.331E-22	2	120	24	0.122476	0.999585	0.12242553
288	4.145E-33	2	120	48	0.122476	0.987954	0.121001
312	1.526E-48	2	120	72	0.122476	0.916423	0.11224005
336	2.538E-69	2	120	96	0.122476	0.701722	0.08594437
360	1.039E-96	3	120	0	0.042863	1	0.04286256
384	3.76E-132	3	120	24	0.042863	0.999585	0.04284479
408	2.78E-177	3	120	48	0.042863	0.987954	0.04234625
432	6.11E-234	3	120	72	0.042863	0.916423	0.03928022
456	3.52E-304	3	120	96	0.042863	0.701722	0.03007762
480	0	4	120	0	0.015	1	0.01500045
504	0	4	120	24	0.015	0.999585	0.01499423
528	0	4	120	48	0.015	0.987954	0.01481976
552	0	4	120	72	0.015	0.916423	0.01374675
576	0	4	120	96	0.015	0.701722	0.01052615
600	0	5	120	0	0.00525	1	0.00524965
624	0	5	120	24	0.00525	0.999585	0.00524747
648	0	5	120	48	0.00525	0.987954	0.00518641
672	0	5	120	72	0.00525	0.916423	0.0048109
696	0	5	120	96	0.00525	0.701722	0.0036838
720	0	6	120	0	0.001837	1	0.0018372
744	0	6	120	24	0.001837	0.999585	0.00183644
768	0	6	120	48	0.001837	0.987954	0.00181507
792	0	6	120	72	0.001837	0.916423	0.00168365

Berikut ini grafik hasil perhitungan reliabilitas dengan melakukan perawatan komponen VPM pada setiap 120 jam.



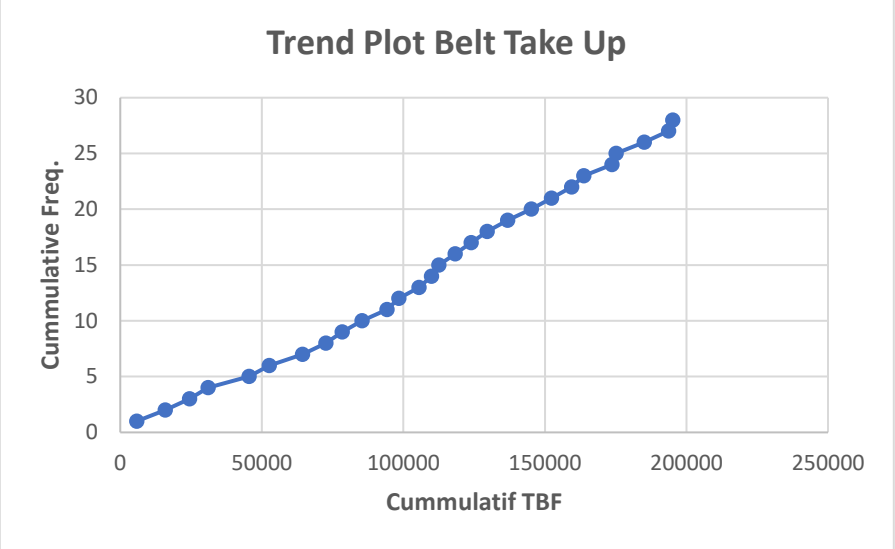
Gambar 4. 6 *Relibility* Komponen VPM setiap 120 jam

4.3.2. Komponen *Belt Take Up*

Komponen *Belt Take Up* merupakan suatu komponen pada mesin AJL yang berfungsi sebagai menarik atau menggulung kain yang dilakukan oleh roda gigi pada *take-up roll* atau *press roll*, putaran roda gigi disesuaikan dengan total pakan yang diinginkan. Selama produksi pada tahun 2018, komponen *belt take up* mengalami 28 kali kerusakan, yang mengakibatkan terjadi *downtime* selama 59871 menit atau 997,85 jam. Hal ini signifikan dapat mengurangi produktivitas dan jumlah produk kain yang dihasilkan. Berikut akan dilakukan pengolahan data terhadap data kerusakan komponen *belt take up* dalam menentukan matematis reliabilitas yang sesuai.

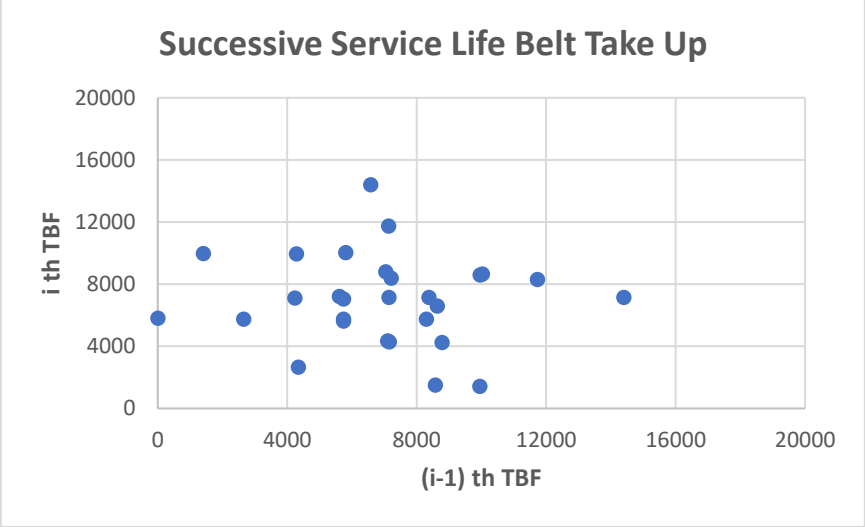
a. Trend Test Komponen *Belt Take Up*

Uji pada tahap ini akan dilakukan 2 buah *graphical test* terhadap data *Time Between Failure* (TBF) dalam mengetahui apakah data tersebut dapat memperlihatkan pola trend tertentu. Uji yang pertama adalah uji trend plot data yaitu uji data dengan melakukan plot antara data kumulatif TBF (sebagai sumbu X) dan kumulatif frekuensi kegagalan (sebagai sumbu Y) sehingga akan menunjukan apakah data tersebut memiliki kecenderungan pada pola trend tertentu.



Gambar 4. 7 Trend Plot Komponen *Belt Take Up*

Selanjutnya dilakukan uji plot yang kedua adalah *successive service life plot* yaitu dengan melakukan *scatter plot* data TBF sebelumnya (i-1)th TBF (sebagai sumbu X) dan data TBF saat ini atau setelahnya ith (sebagai sumbu Y).



Gambar 4. 8 *Successive Service Life* Komponen *Belt Take Up*

b. *Goodness of Fi*

Uji *Goodness of Fit* distribusi probabilitas dengan menggunakan *software* minitab 18. Berdasarkan hasil pengolahan data *minitab* 18, data TBF komponen *belt take up* didapatkan data mempunyai distribusi probabiilitas Weibull senilai 1.175

c. Analisis Reliabilitas

Berdasarkan *best of fit distribution* diperoleh bahwa distribusi komponen *belt take up* adalah distribusi Weibull 1.175 dengan *scale parameter* (θ) 102.1168 jam dan *shape parameter* 2.03978, nilai MTTF 90,471 jam dan nilai MTTR 32,8567 menit.

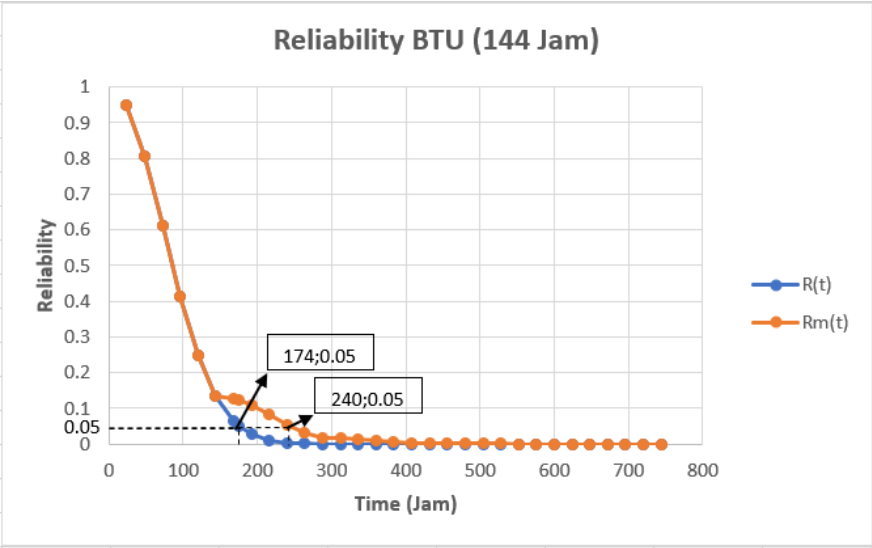
$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^{\beta}}$$

Sehingga akan diperoleh nilai reliabilitas komponen *belt take up*, dengan menggunakan nilai waktu kelipatan 1 hari atau 24 jam sampai waktu 744 jam. Diperoleh nilai reliabilitas sebelum dan sesudah dilakukan *preventive maintenance* diasumsikan setiap 6 hari atau 144 jam.

Tabel 4. 2 *Reliablity* Komponen *Belt Take Up* dengan PM setiap 144 jam.

t	R(t)	n	T	t-nT	R(T)^n	R(t-nT)	Rm(t)
24	0.949191	0	0	24	1	0.949191	0.949191
48	0.807017	0	0	48	1	0.807017	0.807017
72	0.612463	0	0	72	1	0.612463	0.612463
96	0.414112	0	0	96	1	0.414112	0.414112
120	0.249122	0	0	120	1	0.249122	0.249122
144	0.133201	1	144	0	0.133201	1	0.133201
168	0.063245	1	144	24	0.133201	0.949191	0.126433
174.865	0.05000	1	144	30.865	0.133201	0.916576	0.122089
192	0.026647	1	144	48	0.133201	0.807017	0.107496
216	0.009957	1	144	72	0.133201	0.612463	0.081581
240	0.003297	1	144	96	0.133201	0.414112	0.05516
264	0.000967	1	144	120	0.133201	0.249122	0.033183
288	0.000251	2	144	0	0.017743	1	0.017743
312	5.78E-05	2	144	24	0.017743	0.949191	0.016841
336	1.17E-05	2	144	48	0.017743	0.807017	0.014319
360	2.11E-06	2	144	72	0.017743	0.612463	0.010867
384	3.36E-07	2	144	96	0.017743	0.414112	0.007347
408	4.73E-08	2	144	120	0.017743	0.249122	0.00442
432	5.87E-09	3	144	0	0.002363	1	0.002363
456	6.44E-10	3	144	24	0.002363	0.949191	0.002243
480	6.24E-11	3	144	48	0.002363	0.807017	0.001907
504	5.34E-12	3	144	72	0.002363	0.612463	0.001447
528	4.03E-13	3	144	96	0.002363	0.414112	0.000979
552	2.68E-14	3	144	120	0.002363	0.249122	0.000589
576	1.58E-15	4	144	0	0.000315	1	0.000315
600	8.18E-17	4	144	24	0.000315	0.949191	0.000299
624	3.74E-18	4	144	48	0.000315	0.807017	0.000254
648	1.51E-19	4	144	72	0.000315	0.612463	0.000193
672	5.36E-21	4	144	96	0.000315	0.414112	0.00013
696	1.68E-22	4	144	120	0.000315	0.249122	7.84E-05
720	4.63E-24	5	144	0	4.19E-05	1	4.19E-05
744	1.13E-25	5	144	24	4.19E-05	0.949191	3.98E-05

Berikut ini grafik hasil dari perhitungan reliabilitas dengan melakukan perawatan komponen *belt take up* pada setiap 144 jam.



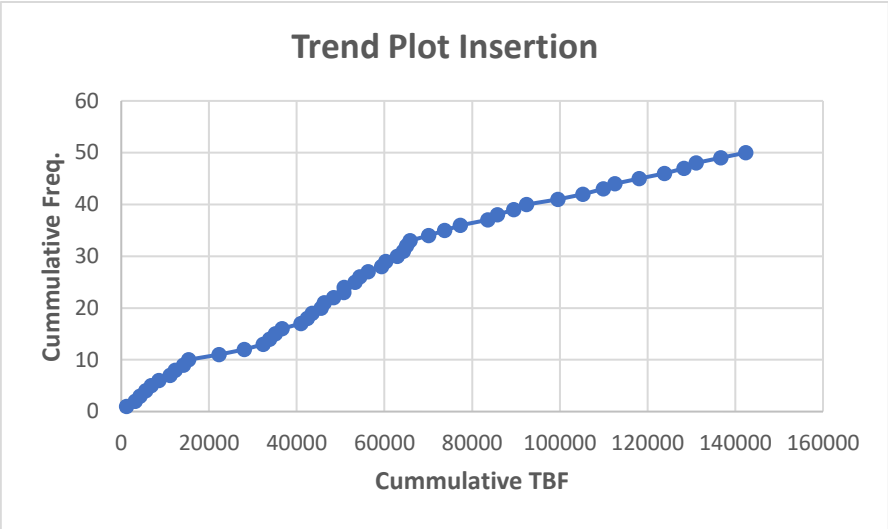
Gambar 4. 9 *Reliability* Komponen *Belt Take Up* Setiap 144 jam

4.3.3. Komponen *Insertion*

Komponen *Insertion* merupakan komponen yang berfungsi peluncuran benang pakan (*weft insertion*) yaitu gerakan memasukkan atau meluncurkan benang pakan pada mulut lusi yang telah terbentuk. Gerakan ini membawa benang pakan yang dipukul oleh *picker* bolak-balik dari kanan ke kiri melalui mulut lusi. Selama produksi pada tahun 2018, komponen *insertion* mengalami 50 kerusakan, yang mengakibatkan *downtime* selama 105301 menit 1755 jam. Hal ini sangat signifikan dapat mengurangi produktivitas dan jumlah produk kain yang dihasilkan. Berikut akan dilakukan pengolahan data terhadap data kerusakan komponen *insertion* dalam menentukan matematis reliabilitas yang sesuai.

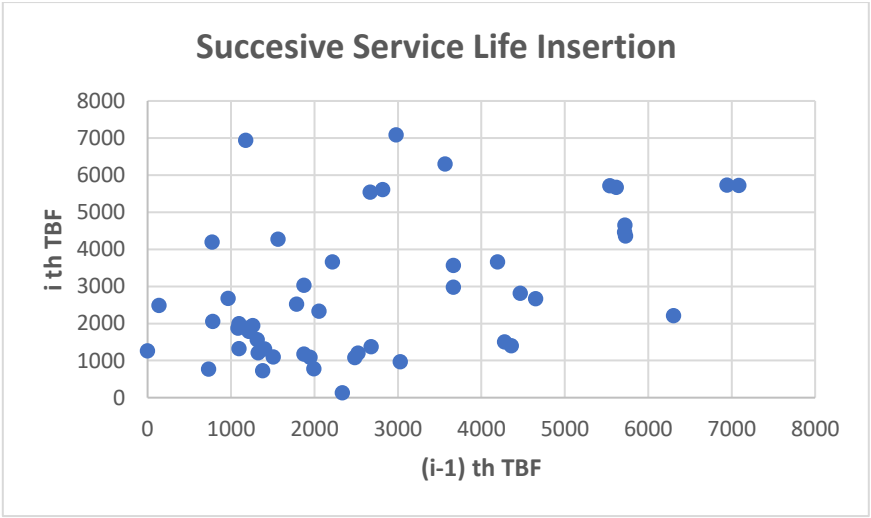
a. Trend Test Komponen Insertion

Uji pada tahap ini akan dilakukan 2 buah *graphical test* terhadap data *Time Between Failure* (TBF) dalam mengetahui apakah data tersebut dapat memperlihatkan pola trend tertentu. Uji yang pertama adalah uji trend plot data yaitu uji data dengan melakukan plot antara data kumulatif TBF (sebagai sumbu X) dan kumulatif frekuensi kegagalan (sebagai sumbu Y) sehingga akan menunjukan apakah data tersebut memiliki kecenderungan pada pola trend tertentu.



Gambar 4. 10 Trend Plot Komponen *Insertion*

Selanjutnya dilakukan uji plot yang kedua adalah *successive service life plot* yaitu dengan melakukan *scatter plot* data TBF sebelumnya (i-1)th TBF (sebagai sumbu X) dan data TBF saat ini atau setelahnya ith (sebagai sumbu Y).



Gambar 4. 11 *Successive Service Life* Komponen Insertion

b. *Goodness of Fi*

Uji *Goodness of Fit* distribusi probabilitas dengan menggunakan *software* minitab 18. Berdasarkan hasil pengolahan data *minitab* 18, data TBF komponen *insertion* didapatkan data mempunyai distribusi probabilitas Weibull senilai 0.993

c. Analisis Reliabilitas

Berdasarkan *best of fit distribution* diperoleh bahwa distribusi komponen *insertion* adalah distribusi Weibull 0.993 dengan *scale parameter* (θ) 53.112 jam dan *shape parameter* 1.59966, nilai MTTF 47,62 jam dan nilai MTTR 41,3919 menit.

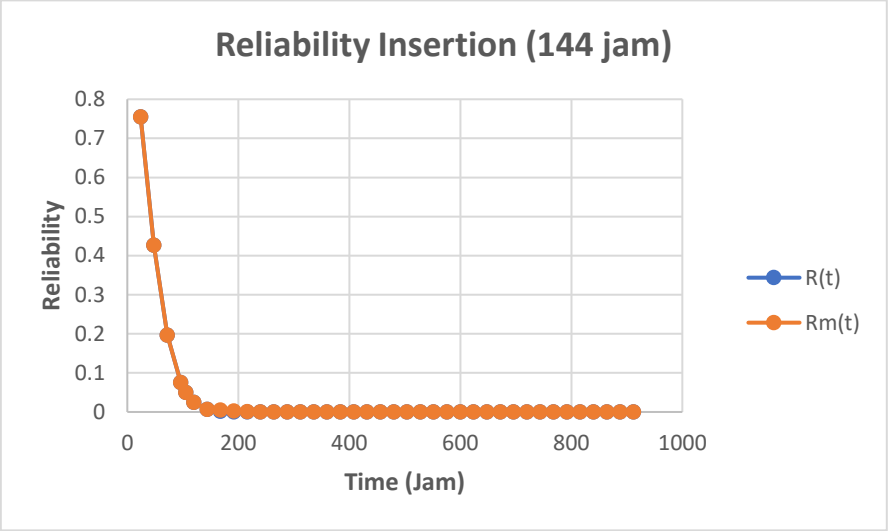
$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^{\beta}}$$

Sehingga akan diperoleh nilai reliabilitas komponen *insertion*, dengan menggunakan nilai waktu kelipatan 1 hari atau 24 jam sampai waktu 912 jam. Diperoleh nilai reliabilitas sebelum dan sesudah dilakukan *preventive maintenance* yang diasumsikan setiap 6 hari atau 144 jam.

Tabel 4. 3 *Reliability Insertion* dengan PM pada setiap 144 jam

t	R(t)	n	T	t-nT	R(T)^n	R(t-nT)	Rm(t)
24	0.7553014	0	0	24	1	0.755301434	0.7553014
48	0.4271859	0	0	48	1	0.427185921	0.4271859
72	0.1965247	0	0	72	1	0.196524676	0.1965247
96	0.0759458	0	0	96	1	0.075945805	0.0759458
105.4632	0.0499831	0	0	105.4632	1	0.04998311	0.0499831
120	0.0251347	0	0	120	1	0.025134696	0.0251347
144	0.0072201	1	144	0	0.0072201	1	0.0072201
168	0.0018184	1	144	24	0.0072201	0.755301434	0.0054534
192	0.0004047	1	144	48	0.0072201	0.427185921	0.0030843
216	8.011E-05	1	144	72	0.0072201	0.196524676	0.0014189
240	1.418E-05	1	144	96	0.0072201	0.075945805	0.0005483
264	2.255E-06	1	144	120	0.0072201	0.025134696	0.0001815
288	3.235E-07	2	144	0	5.213E-05	1	5.213E-05
312	4.201E-08	2	144	24	5.213E-05	0.755301434	3.937E-05
336	4.953E-09	2	144	48	5.213E-05	0.427185921	2.227E-05
360	5.318E-10	2	144	72	5.213E-05	0.196524676	1.024E-05
384	5.214E-11	2	144	96	5.213E-05	0.075945805	3.959E-06
408	4.677E-12	2	144	120	5.213E-05	0.025134696	1.31E-06
432	3.847E-13	3	144	0	3.764E-07	1	3.764E-07
456	2.908E-14	3	144	24	3.764E-07	0.755301434	2.843E-07
480	2.023E-15	3	144	48	3.764E-07	0.427185921	1.608E-07
504	1.298E-16	3	144	72	3.764E-07	0.196524676	7.397E-08
528	7.692E-18	3	144	96	3.764E-07	0.075945805	2.859E-08
552	4.215E-19	3	144	120	3.764E-07	0.025134696	9.46E-09
576	2.139E-20	4	144	0	2.718E-09	1	2.718E-09
600	1.007E-21	4	144	24	2.718E-09	0.755301434	2.053E-09
624	4.399E-23	4	144	48	2.718E-09	0.427185921	1.161E-09
648	1.787E-24	4	144	72	2.718E-09	0.196524676	5.341E-10
672	6.753E-26	4	144	96	2.718E-09	0.075945805	2.064E-10
696	2.378E-27	4	144	120	2.718E-09	0.025134696	6.831E-11
720	7.806E-29	5	144	0	1.962E-11	1	1.962E-11
744	2.392E-30	5	144	24	1.962E-11	0.755301434	1.482E-11
768	6.848E-32	5	144	48	1.962E-11	0.427185921	8.382E-12
792	1.833E-33	5	144	72	1.962E-11	0.196524676	3.856E-12
816	4.59E-35	5	144	96	1.962E-11	0.075945805	1.49E-12
840	1.077E-36	5	144	120	1.962E-11	0.025134696	4.932E-13
864	2.367E-38	6	144	0	1.417E-13	1	1.417E-13
888	4.88E-40	6	144	24	1.417E-13	0.755301434	1.07E-13
912	9.442E-42	6	144	48	1.417E-13	0.427185921	6.052E-14

Berikut ini grafik hasil perhitungan reliabilitas dengan melakukan perawatan komponen *insertion* pada setiap 144 jam.



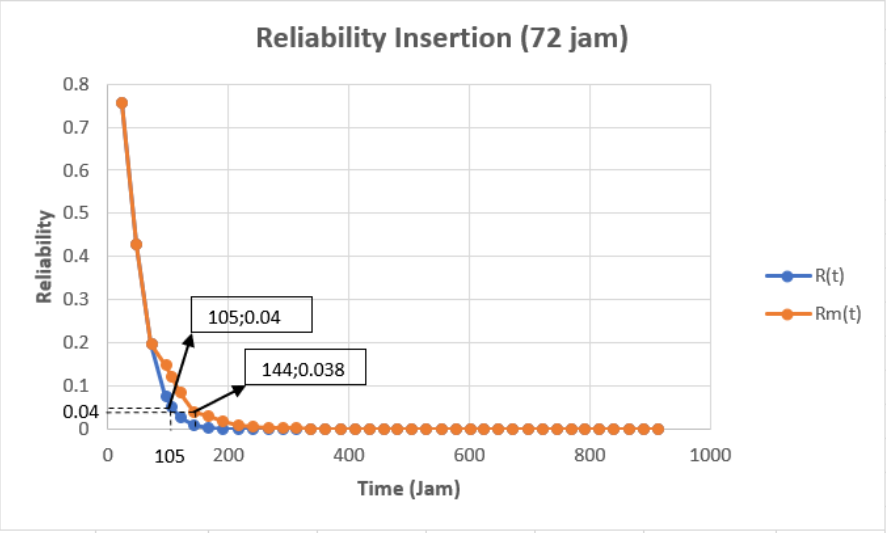
Gambar 4. 12 *Reliability* Komponen Insertion Setiap 144 jam

Berdasarkan grafik tersebut terlihat adanya peningkatan reliabilitas dengan perawatan setiap 144 jam. Namun peningkatan reliabilitas dengan perawatan setiap 144 jam masih rendah sehingga peneliti mencoba mengasumsikan kembali dengan melakukan perawatan pada setiap 72 jam. Berikut adalah perhitungan reliabilitas dengan melakukan perawatan setiap 72 jam atau 3 hari.

Tabel 4. 4 *Reliability Insertion* dengan PM pada setiap 72 jam

t	R(t)	n	T	t-nT	R(T)^n	R(t-nT)	Rm(t)
24	0.755301	0	0	24	1	0.75530143	0.755301
48	0.427186	0	0	48	1	0.42718592	0.427186
72	0.196525	1	72	0	0.196525	1	0.196525
96	0.075946	1	72	24	0.196525	0.75530143	0.148435
105.4632	0.049983	1	72	33.4632	0.196525	0.6202678	0.121898
120	0.025135	1	72	48	0.196525	0.42718592	0.083953
144	0.00722	2	72	0	0.038622	1	0.038622
168	0.001818	2	72	24	0.038622	0.75530143	0.029171
192	0.000405	2	72	48	0.038622	0.42718592	0.016499
216	8.01E-05	3	72	0	0.00759	1	0.00759
240	1.42E-05	3	72	24	0.00759	0.75530143	0.005733
264	2.26E-06	3	72	48	0.00759	0.42718592	0.003242
288	3.23E-07	4	72	0	0.001492	1	0.001492
312	4.2E-08	4	72	24	0.001492	0.75530143	0.001127
336	4.95E-09	4	72	48	0.001492	0.42718592	0.000637
360	5.32E-10	5	72	0	0.000293	1	0.000293
384	5.21E-11	5	72	24	0.000293	0.75530143	0.000221
408	4.68E-12	5	72	48	0.000293	0.42718592	0.000125
432	3.85E-13	6	72	0	5.76E-05	1	5.76E-05
456	2.91E-14	6	72	24	5.76E-05	0.75530143	4.35E-05
480	2.02E-15	6	72	48	5.76E-05	0.42718592	2.46E-05
504	1.3E-16	7	72	0	1.13E-05	1	1.13E-05
528	7.69E-18	7	72	24	1.13E-05	0.75530143	8.55E-06
552	4.21E-19	7	72	48	1.13E-05	0.42718592	4.84E-06
576	2.14E-20	8	72	0	2.23E-06	1	2.23E-06
600	1.01E-21	8	72	24	2.23E-06	0.75530143	1.68E-06
624	4.4E-23	8	72	48	2.23E-06	0.42718592	9.51E-07
648	1.79E-24	9	72	0	4.37E-07	1	4.37E-07
672	6.75E-26	9	72	24	4.37E-07	0.75530143	3.3E-07
696	2.38E-27	9	72	48	4.37E-07	0.42718592	1.87E-07
720	7.81E-29	10	72	0	8.59E-08	1	8.59E-08
744	2.39E-30	10	72	24	8.59E-08	0.75530143	6.49E-08
768	6.85E-32	10	72	48	8.59E-08	0.42718592	3.67E-08
792	1.83E-33	11	72	0	1.69E-08	1	1.69E-08
816	4.59E-35	11	72	24	1.69E-08	0.75530143	1.28E-08
840	1.08E-36	11	72	48	1.69E-08	0.42718592	7.21E-09
864	2.37E-38	12	72	0	3.32E-09	1	3.32E-09
888	4.88E-40	12	72	24	3.32E-09	0.75530143	2.51E-09
912	9.44E-42	12	72	48	3.32E-09	0.42718592	1.42E-09

Berikut ini grafik hasil perhitungan reliabilitas dengan melakukan perawatan komponen *insertion* pada setiap 72 jam.



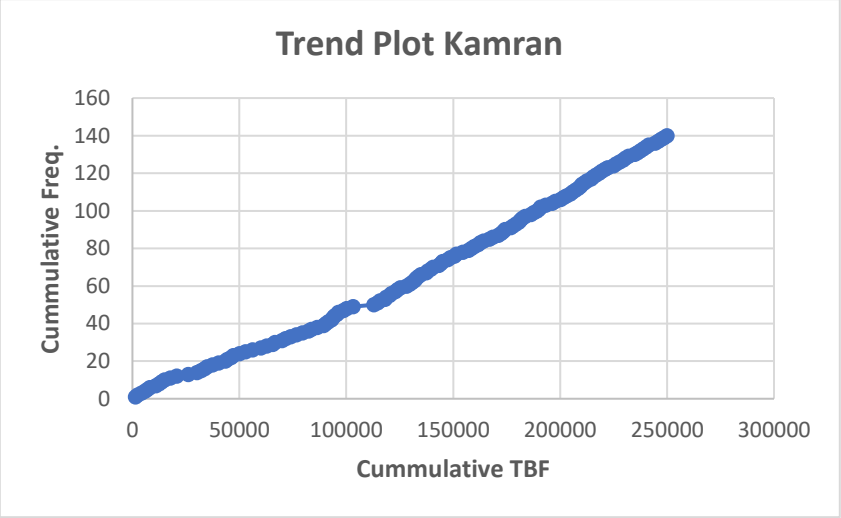
Gambar 4. 13 *Reliability* Komponen *Insertion* setiap 72 jam.

4.3.4. Komponen Kamran

Komponen Kamran merupakan komponen yang berfungsi sebagai pembuka mulut lusi dalam mesin *Air Jet Loom* (AJL) yaitu gerakan membagi benag-benang lusi yang diatrik ke atas dan kebawah atau gerakan naik turun, sehingga terjadi pembukaan mulut lusi untuk memberi ruang ketika terjadi peluncuran benang pakan. Dalam data historis pada tahun 2018 pada komponen kamran terjadi. Selama produksi pada tahun 2018, komponen kamran mengalami 140 kerusakan, yang mengakibatkan *downtime* selama 10755 menit atau 179,25 jam. Hal ini signifikan dapat mengurangi produktivitas dan jumlah produk kain yang dihasilkan. Berikut akan dilakukan pengolahan data terhadap data kerusakan komponen kamran dalam menentukan matematis reliabilitas yang sesuai.

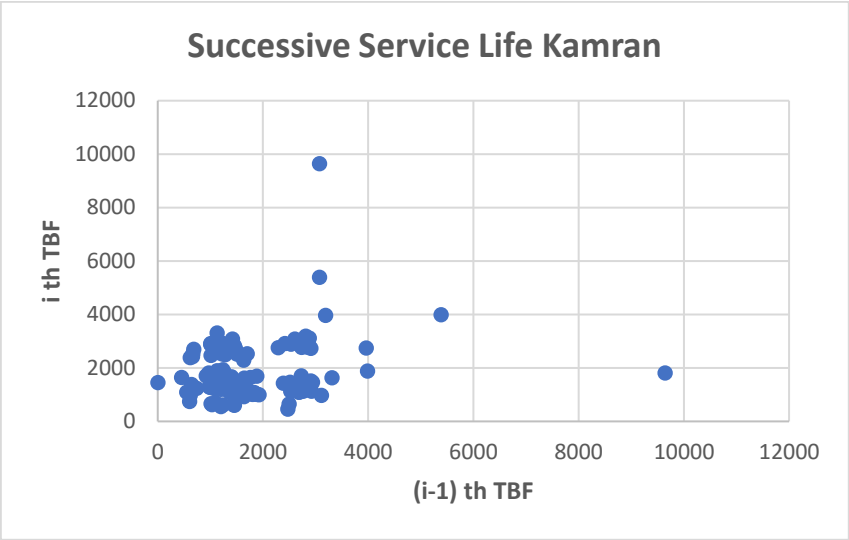
a. Trend Test Komponen Kamran

Uji pada tahap ini akan dilakukan 2 buah *graphical test* terhadap data *Time Between Failure* (TBF) dalam mengetahui apakah data tersebut dapat memperlihatkan pola trend tertentu. Uji yang pertama adalah uji trend plot data yaitu uji data dengan melakukan plot antara data kumulatif TBF (sebagai sumbu X) dan kumulatif frekuensi kegagalan (sebagai sumbu Y) sehingga akan menunjukan apakah data tersebut memiliki kecenderungan pada pola trend tertentu.



Gambar 4. 14 Trend Plot Komponen Kamran

Selanjutnya dilakukan uji plot yang kedua adalah *successive service life plot* yaitu dengan melakukan *scatter plot* data TBF sebelumnya $(i-1)^{th}$ TBF (sebagai sumbu X) dan data TBF saat ini atau setelahnya i^{th} (sebagai sumbu Y).



Gambar 4. 15 *Successive Service* Life Komponen Kamran

b. *Goodness of Fi*

Uji *Goodness of Fit* distribusi probabilitas dengan menggunakan *software* minitab 18. Berdasarkan hasil pengolahan data *minitab* 18, data TBF komponen kamran didapatkan data mempunyai distribusi probabilitas Weibull senialai 5.035

c. Analisis Reliabilitas

Berdasarkan *best of fit distribution* diperoleh bahwa distribusi komponen kamran adalah distribusi Weibull 5.035 dan P-*value* 0,010 dengan *scale* parameter (θ) 33.65583 jam dan *shape* parameter 1.82509, nilai MTTF 29.91067 jam dan nilai MTTR 48.1544 menit

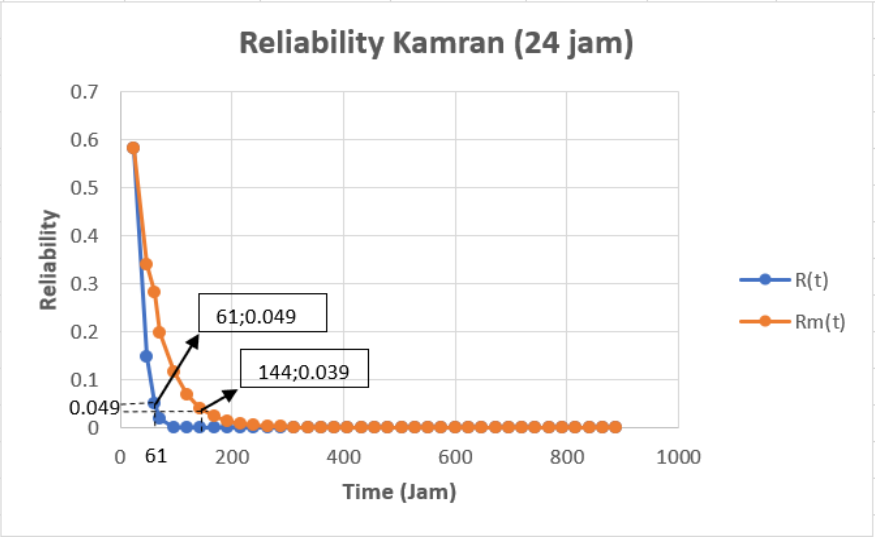
$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)\beta}$$

Sehingga akan diperoleh nilai reliabilitas komponen oli sirkulasi, dengan menggunakan nilai waktu kelipatan 1 hari atau 24 jam sampai waktu 888 jam. Diperoleh nilai reliabilitas sebelum dan sesudah dilakukan *preventive maintenance* yang diasumsikan setiap 1 hari atau 24 jam.

Tabel 4. 5 *Reliability* Kamran dengan PM Setiap 24 jam

t	R(t)	n	T	t-nT	R(T)^n	R(t-nT)	Rm(t)
24	0.583043	1	24	0	0.583043	1	0.583043
48	0.147846	2	24	0	0.339939	1	0.339939
61.39683	0.049999	2	24	13.39683	0.339939	0.830151	0.282201
72	0.018195	3	24	0	0.198199	1	0.198199
96	0.001144	4	24	0	0.115558	1	0.115558
120	3.8E-05	5	24	0	0.067376	1	0.067376
144	6.83E-07	6	24	0	0.039283	1	0.039283
168	6.78E-09	7	24	0	0.022904	1	0.022904
192	3.78E-11	8	24	0	0.013354	1	0.013354
216	1.2E-13	9	24	0	0.007786	1	0.007786
240	2.18E-16	10	24	0	0.004539	1	0.004539
264	2.3E-19	11	24	0	0.002647	1	0.002647
288	1.43E-22	12	24	0	0.001543	1	0.001543
312	5.22E-26	13	24	0	0.0009	1	0.0009
336	1.14E-29	14	24	0	0.000525	1	0.000525
360	1.49E-33	15	24	0	0.000306	1	0.000306
384	1.17E-37	16	24	0	0.000178	1	0.000178
408	5.59E-42	17	24	0	0.000104	1	0.000104
432	1.63E-46	18	24	0	6.06E-05	1	6.06E-05
456	2.9E-51	19	24	0	3.53E-05	1	3.53E-05
480	3.19E-56	20	24	0	2.06E-05	1	2.06E-05
504	2.16E-61	21	24	0	1.2E-05	1	1.2E-05
528	9.1E-67	22	24	0	7.01E-06	1	7.01E-06
552	2.39E-72	23	24	0	4.08E-06	1	4.08E-06
576	3.92E-78	24	24	0	2.38E-06	1	2.38E-06
600	4.03E-84	25	24	0	1.39E-06	1	1.39E-06
624	2.61E-90	26	24	0	8.09E-07	1	8.09E-07
648	1.07E-96	27	24	0	4.72E-07	1	4.72E-07
672	2.8E-103	28	24	0	2.75E-07	1	2.75E-07
696	4.6E-110	29	24	0	1.6E-07	1	1.6E-07
720	4.8E-117	30	24	0	9.35E-08	1	9.35E-08
744	3.2E-124	31	24	0	5.45E-08	1	5.45E-08
768	1.4E-131	32	24	0	3.18E-08	1	3.18E-08
792	3.8E-139	33	24	0	1.85E-08	1	1.85E-08
816	6.8E-147	34	24	0	1.08E-08	1	1.08E-08
840	7.7E-155	35	24	0	6.3E-09	1	6.3E-09
864	5.7E-163	36	24	0	3.67E-09	1	3.67E-09
888	2.7E-171	37	24	0	2.14E-09	1	2.14E-09

Berikut ini grafik hasil perhitungan reliabilitas dengan melakukan perawatan komponen kamran pada setiap 24 jam.



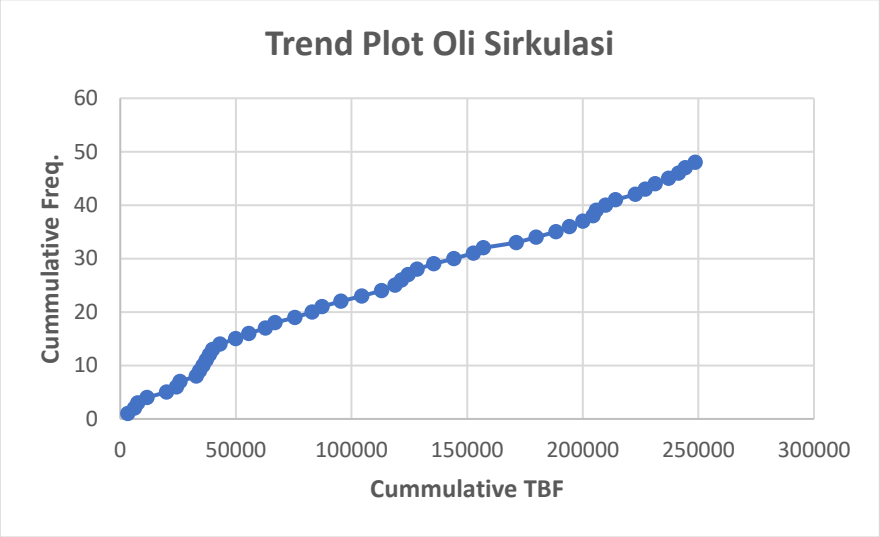
Gambar 4. 16 *Reliability* Komponen Kamran 24 jam

4.3.5. Komponen Oli Sirkulasi

Komponen Oli Sirkulasi merupakan suatu gabungan komponen yang berfungsi mengalirkan *oil came* ke seluruh bagian di mesin *Air Jet Loom* (AJL), komponen sebagai pemompa air oli dapat di alirkan ke setiap bagian mesin, melakukan penyaringan agar bagian dalam mesin tidak cepat kotor. Dalam data historis pada tahun 2018 pada komponen oli sirkulasi terjadi selama produksi pada tahun 2018, komponen oli srikulasi mengalami 48 kerusakan, yang mengakibatkan *downtime* selama 11127 menit atau 185,45. Hal ini signifikan dapat mengurangi produktivitas dan jumlah produk kain yang dihasilkan. Berikut akan dilakukan pengolahan data terhadap data kerusakan komponen oli sirkulasi dalam menentukan perhitungan reliabilitas yang sesuai.

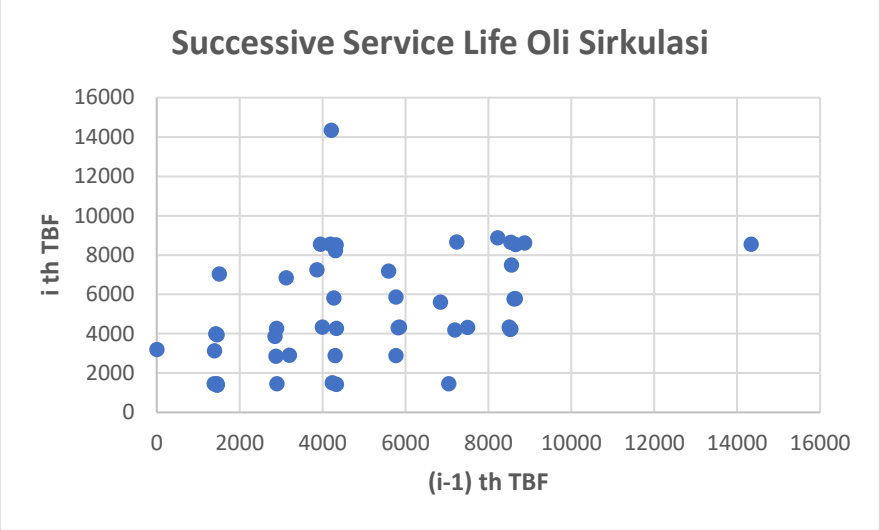
a. Trend Test Komponen Oli Sirkulasi

Uji pada tahap ini akan dilakukan 2 buah *graphical test* terhadap data *Time Between Failure* (TBF) dalam mengetahui apakah data tersebut dapat memperlihatkan pola trend tertentu. Uji yang pertama adalah uji trend plot data yaitu uji data dengan melakukan plot antara data kumulatif TBF (sebagai sumbu X) dan kumulatif frekuensi kegagalan (sebagai sumbu Y) sehingga akan menunjukan apakah data tersebut memiliki kecenderungan pada pola trend tertentu.



Gambar 4. 17 Trend Plot Komponen Oli Sirkulasi

Jika pola data menunjukan atau mendekati garis linear maka data dianggap tidak memiliki trend. Selanjutnya dilakukan uji plot yang kedua adalah *successive service life plot* yaitu dengan melakukan *scatter plot* data TBF sebelumnya (i-1)th TBF (sebagai sumbu X) dan data TBF saat ini atau setelahnya ith (sebagai sumbu Y).



Gambar 4. 18 *Successive Service Life* Komponen Oli Sirkulasi

b. *Goodness of Fi*

Uji *Goodness of Fit* distribusi probabilitas dengan menggunakan *software* minitab 18. Berdasarkan hasil pengolahan data *minitab* 18, data TBF komponen oli sirkulasi didapatkan data mempunyai distribusi probabilitas Weibull senilai 1.137.

c. Analisis Reliabilitas

Berdasarkan *best of fit distribution* diperoleh bahwa distribusi komponen oli sirkulasi adalah distribusi Weibull 1.137 dengan *scale* parameter (θ) 97.55583 jam dan *shape* parameter 1.95439, nilai MTTF 86,50 jam dan nilai MTTR 24,7695 menit.

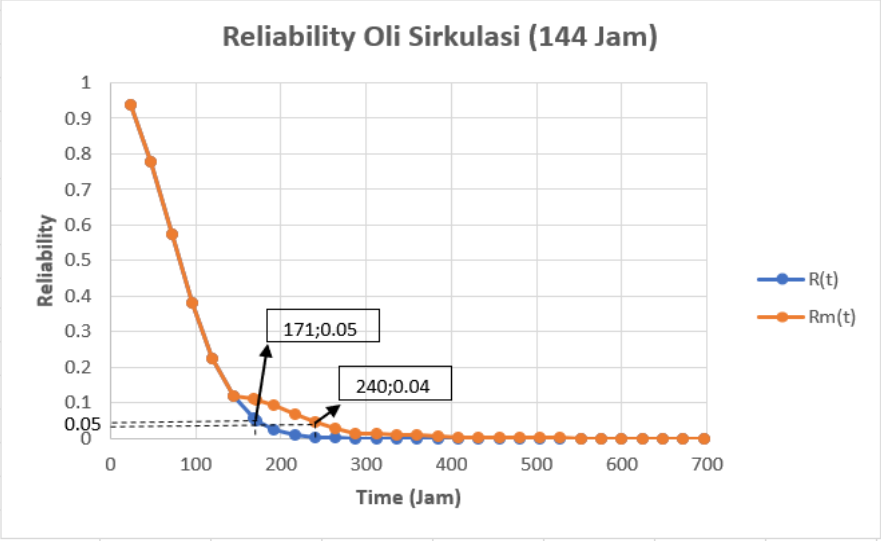
$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)\beta}$$

Sehingga akan diperoleh nilai reliabilitas komponen oli sirkulasi, dengan menggunakan nilai waktu kelipatan 1 hari atau 24 jam sampai waktu 696 jam. Diperoleh nilai reliabilitas sebelum dan sesudah dilakukan *preventive maintenance* yangdiasumsikan setiap 6 hari atau 144 jam.

Tabel 4. 6 *Reliability* Komponen Oli Sirkulasi dengan PM setiap 144 jam

t	R(t)	n	T	t-nT	R(T)^n	R(t-nT)	Rm(t)
24	0.937517	0	0	24	1	0.937517	0.937517
48	0.778763	0	0	48	1	0.778763	0.778763
72	0.575624	0	0	72	1	0.575624	0.575624
96	0.379436	0	0	96	1	0.379436	0.379436
120	0.22339	0	0	120	1	0.22339	0.22339
144	0.117602	1	144	0	0.117602	1	0.117602
168	0.055411	1	144	24	0.117602	0.937517	0.110254
171.0267	0.050001	1	144	27.0267	0.117602	0.921845	0.108411
192	0.023385	1	144	48	0.117602	0.778763	0.091584
216	0.008846	1	144	72	0.117602	0.575624	0.067694
240	0.003001	1	144	96	0.117602	0.379436	0.044622
264	0.000914	1	144	120	0.117602	0.22339	0.026271
288	0.00025	2	144	0	0.01383	1	0.01383
312	6.13E-05	2	144	24	0.01383	0.937517	0.012966
336	1.35E-05	2	144	48	0.01383	0.778763	0.01077
360	2.68E-06	2	144	72	0.01383	0.575624	0.007961
384	4.77E-07	2	144	96	0.01383	0.379436	0.005248
408	7.65E-08	2	144	120	0.01383	0.22339	0.00309
432	1.1E-08	3	144	0	0.001626	1	0.001626
456	1.43E-09	3	144	24	0.001626	0.937517	0.001525
480	1.67E-10	3	144	48	0.001626	0.778763	0.001267
504	1.76E-11	3	144	72	0.001626	0.575624	0.000936
528	1.66E-12	3	144	96	0.001626	0.379436	0.000617
552	1.42E-13	3	144	120	0.001626	0.22339	0.000363
576	1.09E-14	4	144	0	0.000191	1	0.000191
600	7.56E-16	4	144	24	0.000191	0.937517	0.000179
624	4.72E-17	4	144	48	0.000191	0.778763	0.000149
648	2.65E-18	4	144	72	0.000191	0.575624	0.00011
672	1.35E-19	4	144	96	0.000191	0.379436	7.26E-05
696	6.16E-21	4	144	120	0.000191	0.22339	4.27E-05

Berikut ini grafik hasil perhitungan reliabilitas dengan melakukan perawatan komponen oli sirkulasi pada setiap 144 jam.



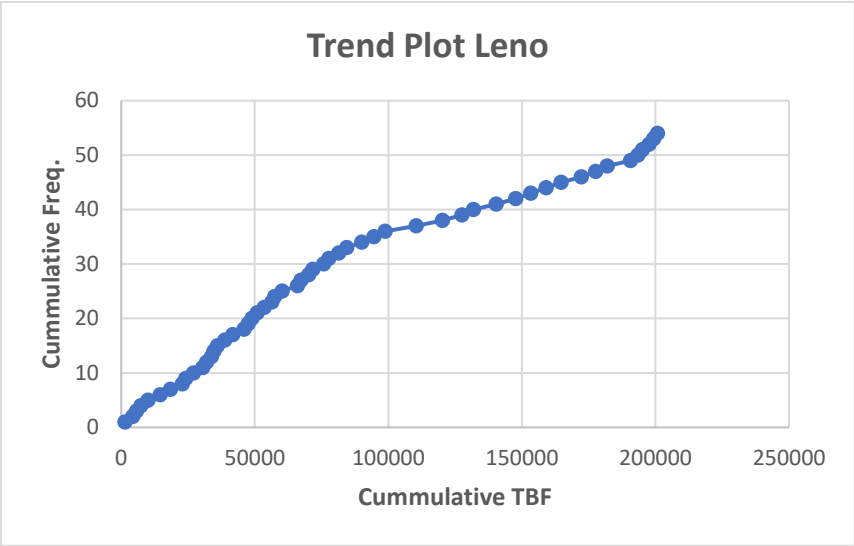
Gambar 4. 19 *Reliability* Komponen Oli Sirkulasi setiap 144 jam

4.3.6. Komponen Leno

Komponen Leno merupakan komponen yang berfungsi sebagai merapihkan bagian pinggiran kain yang diproduksi agar kain rapi dan bagus, serta memotong kain untuk membagi kain menjadi dua bagian sesuai dengan ukuran yang dikehendaki. Dalam data historis pada tahun 2018 pada komponen leno mengalami 54 kerusakan, yang mengakibatkan *downtime* selama 38219 menit atau 636,98 jam. Hal ini sangat signifikan dapat mengurangi produktivitas dan jumlah produk kain yang dihasilkan. Berikut akan dilakukan pengolahan data terhadap data kerusakan komponen leno dalam menentukan perhitungan reliabilitas yang sesuai.

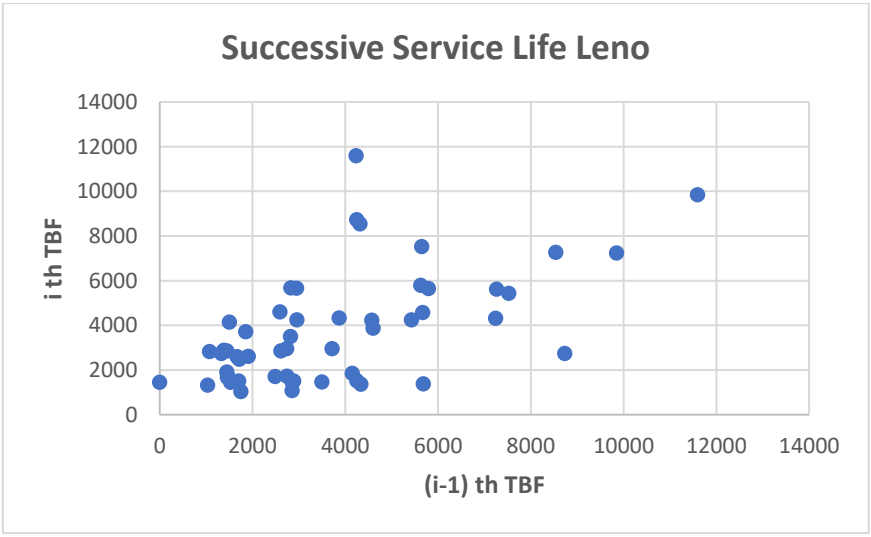
a. Trend Test Komponen Leno

Uji pada tahap ini akan dilakukan 2 buah *graphical test* terhadap data *Time Between Failure* (TBF) dalam mengetahui apakah data tersebut dapat memperlihatkan pola trend tertentu. Uji yang pertama adalah uji trend plot data yaitu uji data dengan melakukan plot antara data kumulatif TBF (sebagai sumbu X) dan kumulatif frekuensi kegagalan (sebagai sumbu Y) sehingga akan menunjukan apakah data tersebut memiliki kecenderungan pada pola trend tertentu.



Gambar 4. 20 Trend Plot Komponen Leno

Jika pola data menunjukan atau mendekati garis linear maka data dianggap tidak memiliki trend. Selanjutnya dilakukan uji plot yang kedua adalah *successive service life plot* yaitu dengan melakukan *scatter plot* data TBF sebelumnya (i-1)th TBF (sebagai sumbu X) dan data TBF saat ini atau setelahnya ith (sebagai sumbu Y).



Gambar 4. 21 *Successive Service Life* Komponen Leno

b. *Goodness of Fi*

Uji *Goodness of Fit* distribusi probabilitas dengan menggunakan *software* minitab 18. Berdasarkan hasil pengolahan data *minitab* 18, data TBF komponen leno didapatkan data mempunyai distribusi probabilitas Weibull senilai 2.263.

c. Analisis Reliabilitas

Berdasarkan *best of fit distribution* diperoleh bahwa distribusi komponen leno adalah distribusi Weibull 2.263 dengan *scale* parameter (θ) 69.9395 jam dan *shape* parameter 1.67071, nilai MTTF 62.48 jam dan nilai MTTR 22.05251.

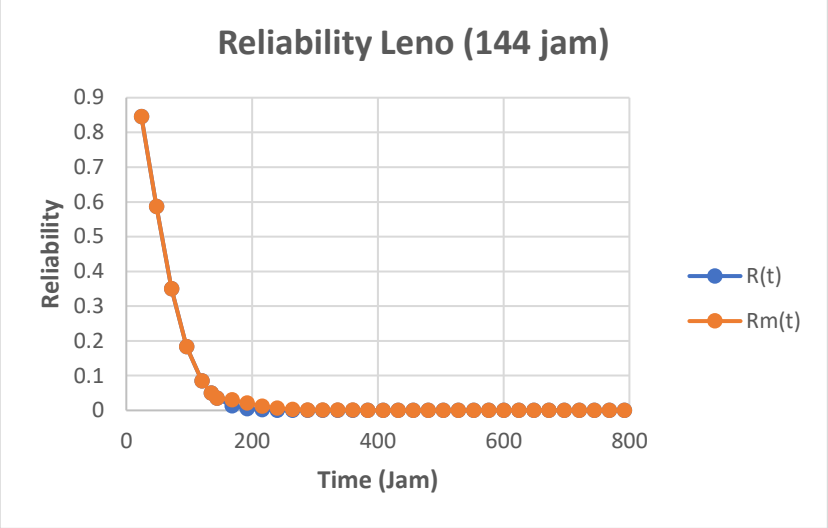
$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^{\beta}}$$

Sehingga akan diperoleh nilai reliabilitas komponen leno, dengan menggunakan nilai waktu kelipatan 1 hari atau 24 jam sampai waktu 792 jam. Diperoleh nilai reliabilitas sebelum dan sesudah dilakukan *preventive maintenance* yangdiasumsikan setiap 6 hari atau 144 jam.

Tabel 4. 7 *Reliability* Leno dengan PM setiap 144 jam

t	R(t)	n	T	t-nT	R(T)^n	R(t-nT)	Rm(t)
24	0.845802	0	0	24	1	0.845802	0.845802
48	0.586739	0	0	48	1	0.586739	0.586739
72	0.350041	0	0	72	1	0.350041	0.350041
96	0.183145	0	0	96	1	0.183145	0.183145
120	0.085059	0	0	120	1	0.085059	0.085059
134.8753	0.05	0	0	134.8753	1	0.05	0.05
144	0.035368	1	144	0	0.035368	1	0.035368
168	0.013251	1	144	24	0.035368	0.845802	0.029914
192	0.004497	1	144	48	0.035368	0.586739	0.020751
216	0.001388	1	144	72	0.035368	0.350041	0.01238
240	0.000391	1	144	96	0.035368	0.183145	0.006477
264	0.000101	1	144	120	0.035368	0.085059	0.003008
288	2.39E-05	2	144	0	0.001251	1	0.001251
312	5.22E-06	2	144	24	0.001251	0.845802	0.001058
336	1.05E-06	2	144	48	0.001251	0.586739	0.000734
360	1.96E-07	2	144	72	0.001251	0.350041	0.000438
384	3.37E-08	2	144	96	0.001251	0.183145	0.000229
408	5.38E-09	2	144	120	0.001251	0.085059	0.000106
432	7.99E-10	3	144	0	4.42E-05	1	4.42E-05
456	1.1E-10	3	144	24	4.42E-05	0.845802	3.74E-05
480	1.42E-11	3	144	48	4.42E-05	0.586739	2.6E-05
504	1.7E-12	3	144	72	4.42E-05	0.350041	1.55E-05
528	1.9E-13	3	144	96	4.42E-05	0.183145	8.1E-06
552	1.99E-14	3	144	120	4.42E-05	0.085059	3.76E-06
576	1.94E-15	4	144	0	1.56E-06	1	1.56E-06
600	1.78E-16	4	144	24	1.56E-06	0.845802	1.32E-06
624	1.53E-17	4	144	48	1.56E-06	0.586739	9.18E-07
648	1.23E-18	4	144	72	1.56E-06	0.350041	5.48E-07
672	9.27E-20	4	144	96	1.56E-06	0.183145	2.87E-07
696	6.58E-21	4	144	120	1.56E-06	0.085059	1.33E-07
720	4.38E-22	5	144	0	5.53E-08	1	5.53E-08
744	2.75E-23	5	144	24	5.53E-08	0.845802	4.68E-08
768	1.62E-24	5	144	48	5.53E-08	0.586739	3.25E-08
792	9.02E-26	5	144	72	5.53E-08	0.350041	1.94E-08

Berikut ini grafik hasil perhitungan reliabilitas dengan melakukan perawatan komponen leno pada setiap 144 jam.



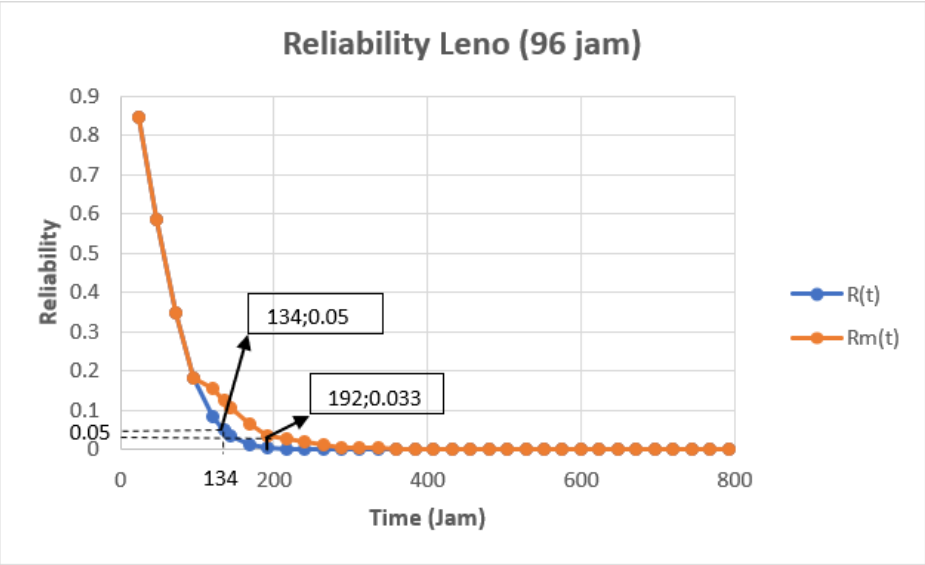
Gambar 4. 22 *Reliability* Komponen Leno setiap 144 jam

Berdasarkan grafik tersebut terlihat adanya peningkatan reliabilitas dengan perawatan setiap 144 jam. Namun peningkatan reliabilitas dengan perawatan setiap 144 jam masih rendah sehingga peneliti mencoba mengasumsikan kembali dengan melakukan perawatan pada setiap 96 jam. Berikut adalah perhitungan reliabilitas dengan melakukan perawatan setiap 96 jam.

Tabel 4. 8 *Reliability* Komponen Leno dengan PM setiap 96 jam

t	R(t)	n	T	t-nT	R(T)^n	R(t-nT)	Rm(t)
24	0.845802	0	0	24	1	0.845802	0.845802
48	0.586739	0	0	48	1	0.586739	0.586739
72	0.350041	0	0	72	1	0.350041	0.350041
96	0.183145	1	96	0	0.183145	1	0.183145
120	0.085059	1	96	24	0.183145	0.845802	0.154904
134.8753	0.05	1	96	38.8753	0.183145	0.687375	0.125889
144	0.035368	1	96	48	0.183145	0.586739	0.107458
168	0.013251	1	96	72	0.183145	0.350041	0.064108
192	0.004497	2	96	0	0.033542	1	0.033542
216	0.001388	2	96	24	0.033542	0.845802	0.02837
240	0.000391	2	96	48	0.033542	0.586739	0.01968
264	0.000101	2	96	72	0.033542	0.350041	0.011741
288	2.39E-05	3	96	0	0.006143	1	0.006143
312	5.22E-06	3	96	24	0.006143	0.845802	0.005196
336	1.05E-06	3	96	48	0.006143	0.586739	0.003604
360	1.96E-07	3	96	72	0.006143	0.350041	0.00215
384	3.37E-08	4	96	0	0.001125	1	0.001125
408	5.38E-09	4	96	24	0.001125	0.845802	0.000952
432	7.99E-10	4	96	48	0.001125	0.586739	0.00066
456	1.1E-10	4	96	72	0.001125	0.350041	0.000394
480	1.42E-11	5	96	0	0.000206	1	0.000206
504	1.7E-12	5	96	24	0.000206	0.845802	0.000174
528	1.9E-13	5	96	48	0.000206	0.586739	0.000121
552	1.99E-14	5	96	72	0.000206	0.350041	7.21E-05
576	1.94E-15	6	96	0	3.77E-05	1	3.77E-05
600	1.78E-16	6	96	24	3.77E-05	0.845802	3.19E-05
624	1.53E-17	6	96	48	3.77E-05	0.586739	2.21E-05
648	1.23E-18	6	96	72	3.77E-05	0.350041	1.32E-05
672	9.27E-20	7	96	0	6.91E-06	1	6.91E-06
696	6.58E-21	7	96	24	6.91E-06	0.845802	5.85E-06
720	4.38E-22	7	96	48	6.91E-06	0.586739	4.06E-06
744	2.75E-23	7	96	72	6.91E-06	0.350041	2.42E-06
768	1.62E-24	8	96	0	1.27E-06	1	1.27E-06
792	9.02E-26	8	96	24	1.27E-06	0.845802	1.07E-06

Berikut ini grafik hasil perhitungan reliabilitas dengan melakukan perawatan komponen leno pada setiap 96 jam.



Gambar 4. 23 *Reliability* Komponen Leno setiap 96 jam

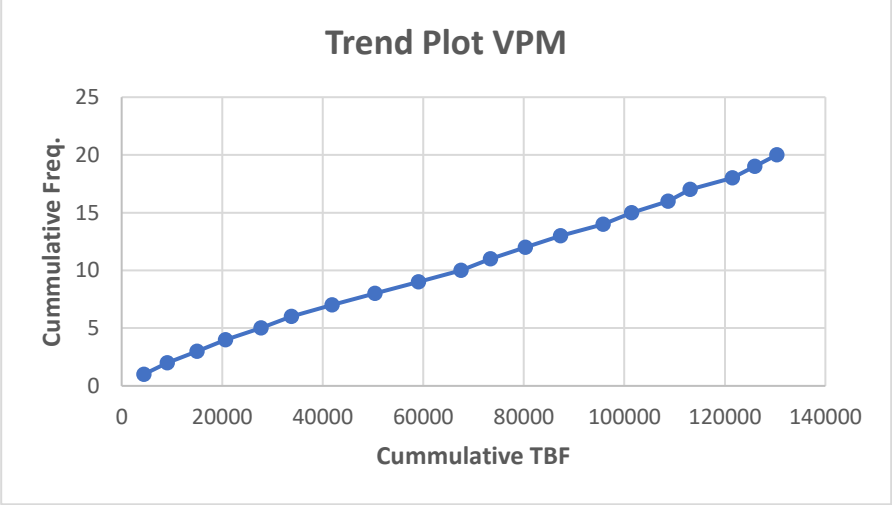
BAB V

PEMBAHASAAN

5.1. Komponen VPM

a. Trend Test Komponen VPM

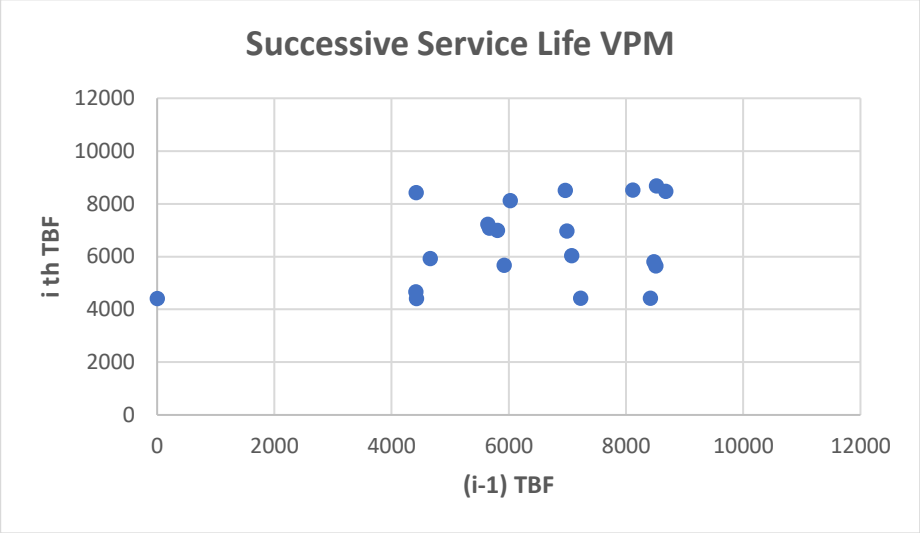
Trend test ini dilakukan oleh 2 grapichal test terhadap data *Time Between Failure* (TBF) untuk mengetahui apakah data tersebut memiliki pola trend tertentu. Uji pertama adalah *trend plot* yaitu dengan melakukan plot antara data kumulatif TBF (sumbu X) dan kumulatif frekuensi kegagalan (sumbu Y).



Gambar 5. 1 Trend Plot Komponen VPM

Berdasarkan grafik tren test plot diatas, grafik menunjukkan kecenderungan data mendekati garis lurus (linear) sehingga data dianggap tidak mempunyai trend maka tidak perlu melakukan uji *NonHomogenesis Poission Process* (Louit, et al., 2009).

Uji yang kedua adalah *successive service life* plot yaitu dengan melakukan analisis data TBF antara plot data TBF sebelumnya $(i-1)^{th}$ (sumbu X) dan data TBF data sekarang i^{th} (sumbu Y).



Gambar 5. 2 *Successive Service Life* Komponen VPM

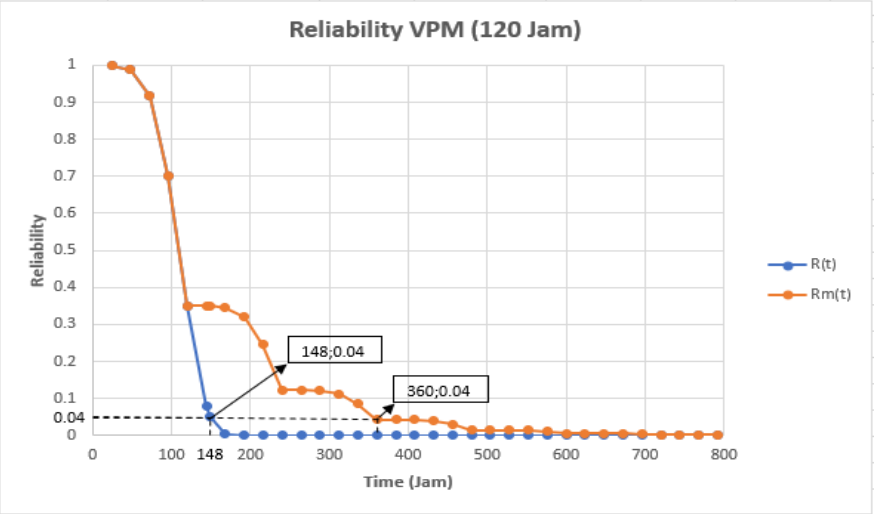
Dari grafik diatas, grafik terlihat mempunyai kecenderungan untuk membentuk satu kelompok titik sehingga data dinyatakan tidak mempunyai trend (Louit, et al., 2009). Kecenderungan membentuk satu kelompok titik yang signifikan apabila data yang digunakan sangat banyak (beberapa tahun). Setelah diketahui data tidak memiliki trend, selanjutnya akan dilakukan uji kebaikan.

b. *Goodnes of Fit*

Uji kebaikan dilakukan untuk menentukan penyesuaian distribusi yang digunakan, uji ini dilakukan dengan *software* Minitab 18. Hasil perhitungan minitab 18, data menunjukan fungsi distibusi statistik yang paling sesuai adalah distribusi Weibull senilai 1.327.

c. Analisis Reliabilitas

Berdasarkan dari fungsi distribusi Weibull senilai 1.327, dengan menggunakan alpha 0.05 diperoleh p-value 0.041, AD 0.764, scale parameter 118.81 jam, shape parameter 4.86932, nilai MTTF 178.85 jam dan nilai MTTR 59.8569 menit. Komponen VPM disimulasikan melakukan perawatan setiap 120 jam. Berikut grafik hasil perhitungan reliabilitas komponen VPM.



Gambar 5. 3 *Reliability* Komponen VPM setiap 120 jam

Berdasarkan grafik di gambar 5.3 menunjukan bahwa dengan melakukan perawatan pada interval 120 jam memiliki peningkatan tingkat kehandalan yang signifikan. Dalam komponen yang mengalami kerusakan dengan laju kerusakan meningkat atau menurun atau memiliki distribusi Weibull (Ebelling, 1997). Memiliki peningkatan kehandalan sehingga perusahaan menyediakan komponen pengganti untuk melakukan perawatan pencegahan setiap 120 jam atau 5 hari untuk menambah usia mesin sebesar 21%.

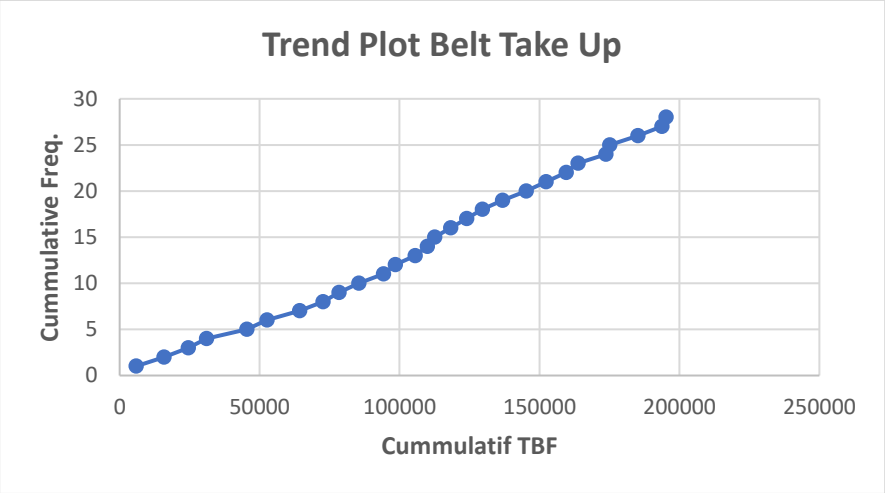
d. *Root Cause Analysis*

Berdasarkan wawancara dengan operator dibagian *maintenance* AJL, komponen VPM berfungsi sebagai pembagi arus dalam mesin AJL. Perawatan yang dapat dilakukan pada komponen VPM seperti pengecekan, pembersihan dan penggantian komponen. Komponen VPM mengalami kerusakan disebabkan oleh voltasi rendah dikarenakan tegangan listrik yang telalu rendah. Hal ini akan mengakibatkan komponen VPM rusak sehingga harus diganti dengan yang baru.

5.2. Komponen *Belt Take Up*

a. Trend Test Komponen *Belt Take Up*

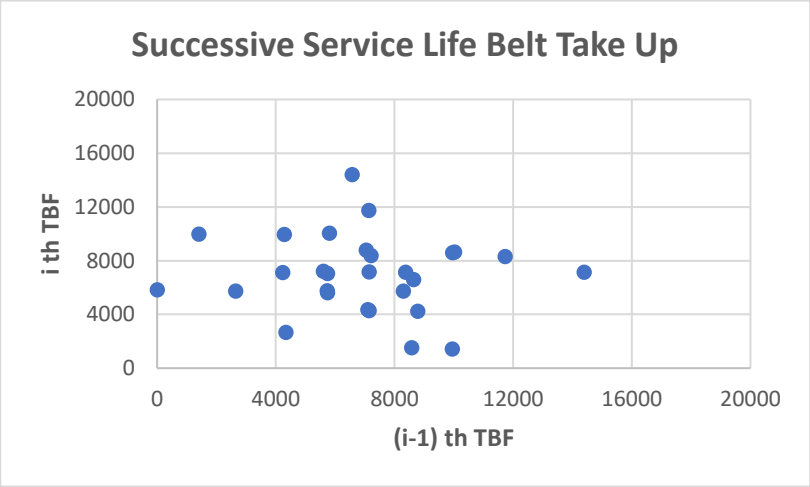
Trend test ini dilakukan oleh 2 grapichal test terhadap data *Time Between Failure* (TBF) untuk mengetahui apakah data tersebut memiliki pola trend tertentu. Uji pertama adalah *trend plot* yaitu dengan melakukan plot antara data kumulatif TBF (sumbu X) dan kumulatif frekuensi kegagalan (sumbu Y).



Gambar 5. 4 Trend Plot Komponen *Belt Take Up*

Berdasarkan grafik *trend test plot* diatas, grafik menunjukkan kecenderungan data mendekati garis lurus (linear) sehingga data dianggap tidak mempunyai trend maka tidak perlu melakukan uji *NonHomogenesis Poission Process* (Louit, et al., 2009).

Uji yang kedua adalah *successive service life plot* yaitu dengan melakukan analisis data TBF antara plot data TBF sebelumnya $(i-1)^{th}$ (sumbu X) dan data TBF data sekarang i^{th} (sumbu Y).



Gambar 5. 5 *Successive Service Life* Komponen Belt Take Up

Dari grafik diatas, data TBF mempunyai kecenderungan untuk membentuk satu kelompok titik sehingga data dianggap tidak mempunyai trend (Louit, et al., 2009). Kecenderungan membentuk satu kelompok titik yang signifikan apabila data yang digunakan sangat banyak (beberapa tahun). Setealah data diketahui tidak memiliki trend, selanjutnya akan dilakukan uji kebaikan.

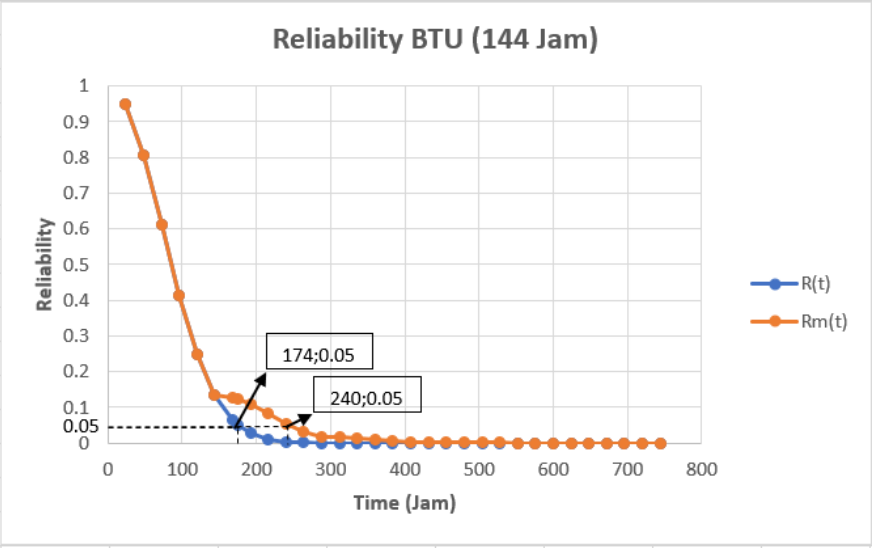
b. *Goodnes of Fit*

Uji kebaikan dilakukan untuk menentukan penyesuaian distribusi yang digunakan, uji ini dilakukan dengan *software* Minitab 18. Hasil perhitungan minitab 18, data menunjukan fungsi distibusi statistik yang paling sesuai adalah distribusi Weibull senilai 1.175.

c. Analisis Reliabilitas

Berdasarkan dari fungsi distribusi komponen *belt take up* ialah distribusi Weibull dengan nilai 1.175, alpha (α) 0.05, p-value 0.040, AD 0.777, scale parameter 102.1168 jam,

shape parameter 2.03978, nilai MTTF 90.471 jam dan nilai MTTR 32,8567 menit. Komponen *belt take up* disimulasikan melakukan perawatan setiap 144 jam. Berikut grafik hasil perhitungan reliabilitas komponen *belt take up*.



Gambar 5. 6 *Reliability* Komponen *Belt Take Up* setiap 144 jam

Berdasarkan grafik di gambar 5.6 menunjukan bahwa dengan melakukan perawatan pada interval 144 jam memiliki peningkatan tingkat kehandalan yang signifikan. Dalam komponen yang mengalami kerusakan dengan laju kerusakan meningkat atau menurun atau memiliki distribusi Weibull (Ebelling, 1997). Memiliki peningkatan kehandalan sehingga perusahaan menyediakan komponen pengganti untuk melakukan perawatan pencegahan setiap 144 jam atau 6 hari untuk menambah usia mesin sebesar 41%.

d. *Root Cause Analysis*

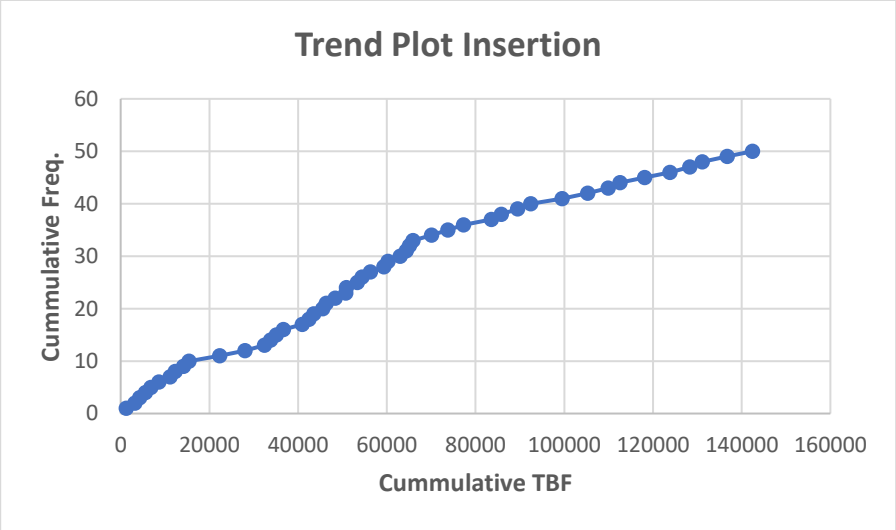
Berdasarkan wawancara dengan operator dibagian *maintenance* AJL, perawatan yang dapat dilakukan pada komponen belt take up seperti pengecekkan, pembersihan, pelumasan, penyetelan ulang dan penggantian komponen. Komponen *belt take up* mengalami kerusakan disebabkan komponen *belt take up* putus dikarenakan kecepatan mesin telalu tinggi atau komponen *belt take up* sudah mengalami keausan akibat

pemakaian yang lama, akibatnya kain yang teranyam tidak dapat digulung sehingga komponen *belt take up* harus diganti dengan yang baru.

5.3. Komponen *Insertion*

a. Trend Test Komponen *Insertion*

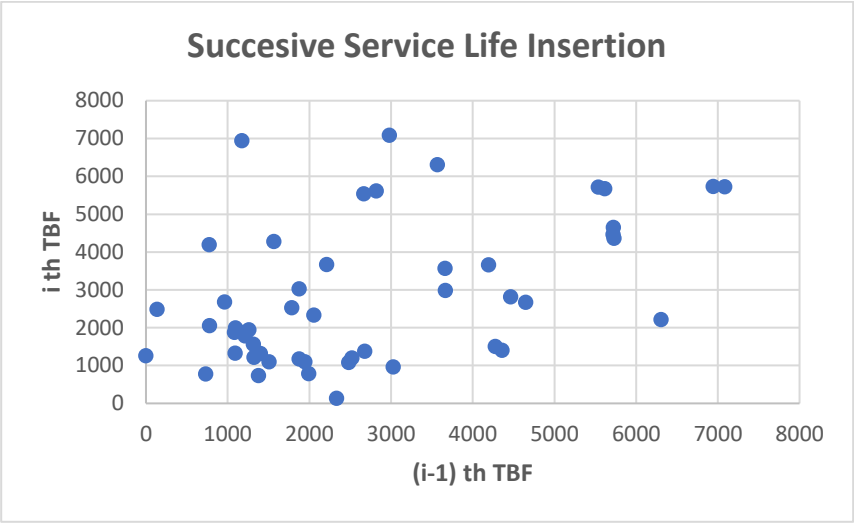
Trend test ini dilakukan oleh 2 *grapichal test* terhadap data *Time Between Failure* (TBF) untuk mengetahui apakah data tersebut memiliki pola trend tertentu. Uji pertama adalah *trend plot* yaitu dengan melakukan plot antara data kumulatif TBF (sumbu X) dan kumulatif frekuensi kegagalan (sumbu Y).



Gambar 5. 7 Trend Plot Komponen *Insertion*

Berdasarkan grafik *trend test plot* diatas, grafik menunjukkan kecenderungan data mendekati garis lurus (linear) sehingga data dianggap tidak mempunyai trend maka tidak perlu melakukan uji *NonHomogenesis Poission Process* (Louit, et al., 2009).

Uji yang kedua adalah *successive service life plot* yaitu dengan melakukan analisis data TBF antara plot data TBF sebelumnya $(i-1)^{th}$ (sumbu X) dan data TBF data sekarang i^{th} (sumbu Y).



Gambar 5. 8 *Successive Service Life* Komponen Insertion

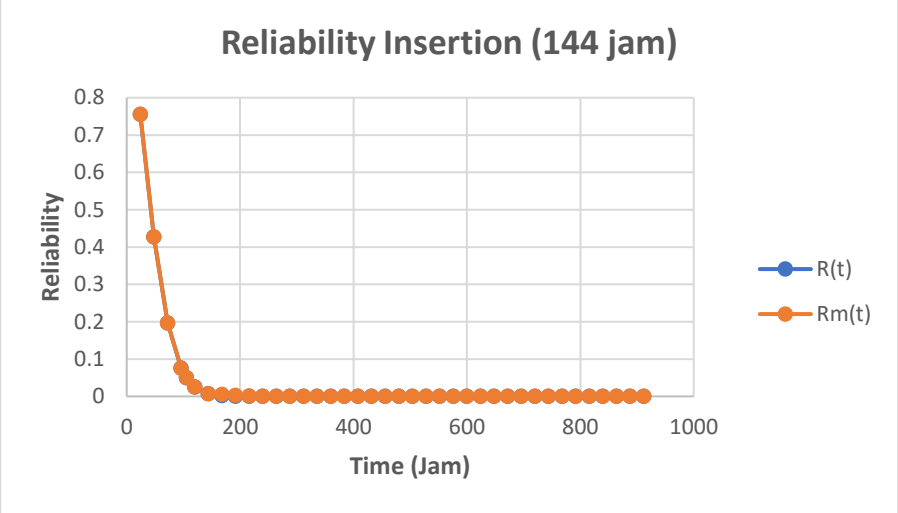
Dari grafik diatas, data TBF mempunyai kecenderungan untuk membentuk satu kelompok titik sehingga data diangga tidak mempunyai trend (Louit, et al., 2009). Kecenderungan membentuk satu kelomok titik yang signifikan apabila data yang digunakan sangat banyak (beberapa tahun). Setelah data diketahui tidak memiliki trend, selanjutnya akan dilakukan uji kebaikan.

b. *Goodnes of Fit*

Uji kebaikan dilakukan untuk menentukan penyesuaian distribusi yang digunakan, uji ini dilakukan dengan *software* Minitab 18. Hasil perhitungan minitab 18, data menunjukan fungsi distibusi statistik yang paling sesuai adalah distribusi Weibull senilai 0.993.

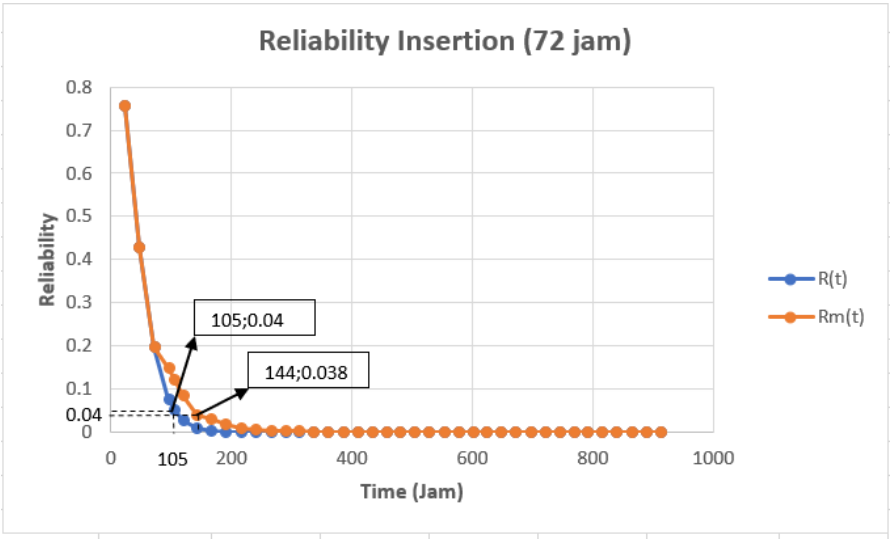
c. Analisis Reliabilitas

Berdasarkan dari fungsi distribusi komponen belt take up ialah distribusi Weibull dengan nilai 0,993, alpha (α) 0.05, p-value 0.05, AD 0.73, scale parameter 53,112 jam, shape parameter 1,59966, nilai MTTF 47.62 jam nilai MTTR 41,3919 menit. Komponen insertion disimulasikan melakukan perawatan setiap 144 jam. Berikut grafik hasil perhitungan reliabilitas komponen insertion.



Gambar 5. 9 *Reliability* Komponen *Insertion* setiap 144 jam

Berdasarkan grafik diatas, grafik menunjukan bahwa dengan melakukan perawatan pada interval 144 jam memiliki peningkatan yang sangat kecil. Sehingga peneliti mencoba mensimulasikan kembali dengan PM setiap 72 jam. Berikut grafik reliabilitas dengan PM setiap 72 jam.



Gambar 5. 10 *Reliability* Komponen *Insertion* setiap 72 jam

Berdasarkan grafik di gambar 5.10, grafik menunjukan bahwa dengan melakukan perawatan pada interval 72 jam memiliki peningkatan tingkat kehandalan yang signifikan. Dalam komponen yang mengalami kerusakan dengan laju kerusakan meningkat atau menurun atau memiliki distribusi Weibull (Ebelling, 1997). Memiliki peningkatan kehandalan sehingga perusahaan menyediakan komponen pengganti untuk melakukan perawatan pencegahan setiap 72 jam atau 3 hari untuk menambah usia mesin sebesar 41%.

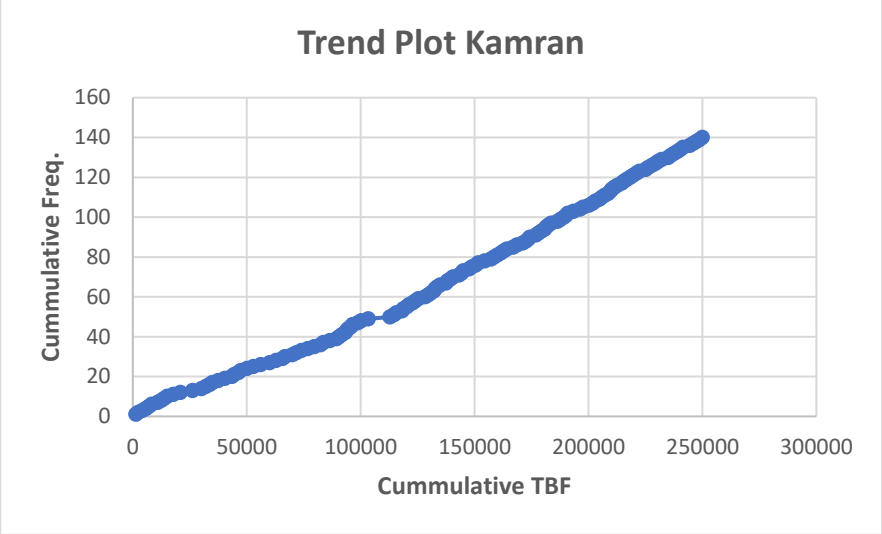
d. *Root Cause Analysis*

Berdasarkan wawancara dengan operator dibagian *maintenance* AJL, perawatan yang dilakukan seperti pengecekkan, pembersihan dan penggantian komponen. Komponen *insertion* mengalami kerusakan disebabkan komponen *insertion* sudah mengalami keausan atau usia pakai mesin habis. Penyebab yang lain dikarenakan *relevalev*, *main valev*, atau *relenosel* salah satu mengalami error atau aus. sehingga komponen *insertion* harus diganti dengan yang baru.

5.4. Komponen Kamran

a. Trend Test Komponen Kamran

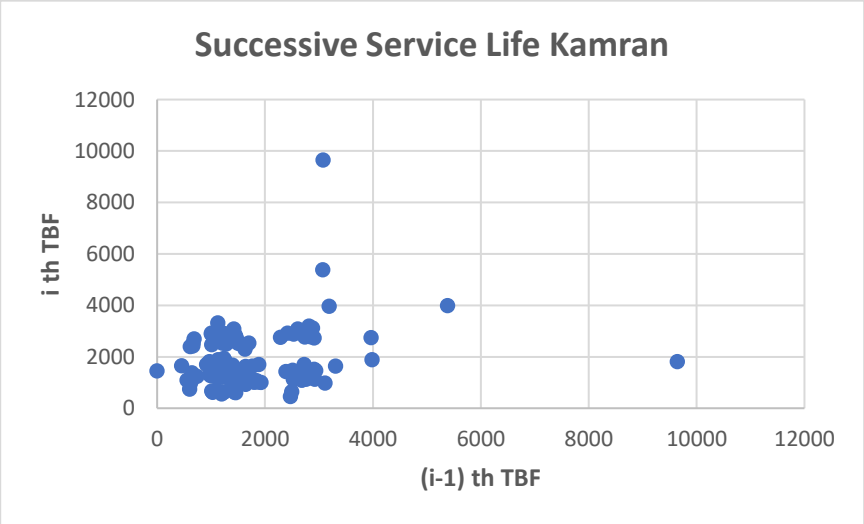
Trend test ini dilakukan oleh 2 *grapichal test* terhadap data *Time Between Failure* (TBF) untuk mengetahui apakah data tersebut memiliki pola trend tertentu. Uji pertama adalah *trend plot* yaitu dengan melakukan plot antara data kumulatif TBF (sumbu X) dan kumulatif frekuensi kegagalan (sumbu Y).



Gambar 5. 11 Trend Plot Komponen Kamran

Berdasarkan grafik *trend test plot* diatas, grafik menunjukkan kecenderungan data mendekati garis lurus (linear) sehingga data dianggap tidak mempunyai trend maka tidak perlu melakukan uji *NonHomogenesis Poission Process* (NHPP) (Louit, et al., 2009).

Uji yang kedua adalah *successive service life plot* yaitu dengan melakukan analisis data TBF antara plot data TBF sebelumnya $(i-1)^{th}$ (sumbu X) dan data TBF data sekarang i^{th} (sumbu Y).



Gambar 5. 12 *Successive Service Life* Komponen Kamran

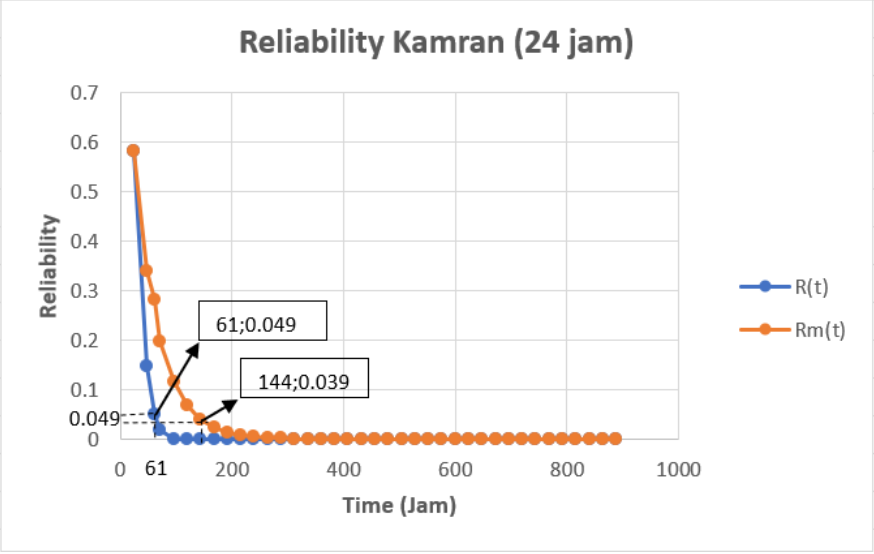
Dari grafik diatas, data TBF mempunyai kecenderungan untuk membentuk satu kelompok titik sehingga data diangga tidak mempunyai trend (Louit, et al., 2009). Kecenderungan membentuk satu kelompok titik yang signifikan apabila data yang digunakan sangat banyak (beberapa tahun). Setelah data diketahui tidak memiliki trend, selanjutnya akan dilakukan uji kebaikan.

b. *Goodnes of Fit*

Uji kebaikan dilakukan untuk menentukan penyesuaian distribusi yang digunakan, uji ini dilakukan dengan *software* Minitab 18. Hasil perhitungan minitab 18, data menunjukan fungsi distibusi statistik yang paling sesuai adalah distribusi Weibull senilai 5.035.

c. Analisis Reliabilitas

Berdasarkan dari fungsi distribusi komponen belt take up ialah distribusi Weibull dengan nilai 5.035, alpha (α) 0.05, p-value 0.010, AD 5.035, scale parameter 33.65583 jam, shape parameter 1.82509, nilai MTTF 29.9 jam dan nilai MTTR 48.1544 menit. Komponen kamran disimulasikan melakukan perawatan setiap 24 jam. Berikut grafik hasil perhitungan reliabilitas komponen kamran.



Gambar 5. 13 *Reliability* Komponen Kamran setiap 24 jam

Berdasarkan grafik di gambar 5.13 menunjukan bahwa dengan melakukan perawatan pada interval 24 jam memiliki peningkatan tingkat kehandalan yang signifikan. Dalam komponen yang mengalami kerusakan dengan laju kerusakan meningkat atau menurun atau memiliki distribusi Weibull (Ebelling, 1997). Memiliki peningkatan kehandalan sehingga perusahaan menyediakan komponen pengganti untuk melakukan perawatan pencegahan setiap 24 jam atau 1 hari untuk menambah usia mesin sebesar 69%.

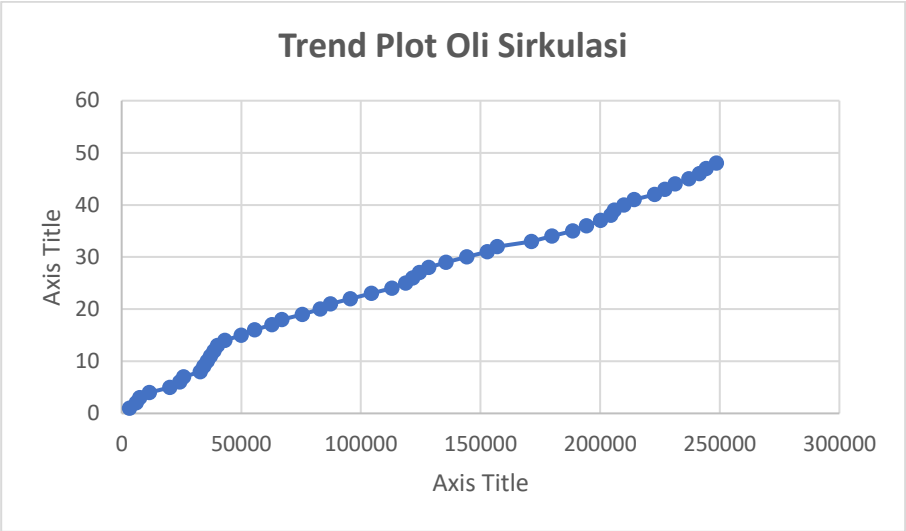
d. *Root Cause Analysis*

Berdasarkan wawancara dengan operator dibagian *maintenance* AJL, perawatan yang dapat dilakukan seperti pengecekkan, pembersihan, penyetelan ulang dan penggantian komponen. Komponen kamran mengalami kerusakan disebabkan komponen mengalami jebol, longgar dan dol dikarenakan gerakan mesin yang sangat cepat. Penyebab yang lain karena komponen mengalami keausan atau usia pakai mesin habis sehingga komponen harus diganti.

5.5. Komponen Oli Sirkulasi

a. Trend Test Komponen Oli Sirkulasi

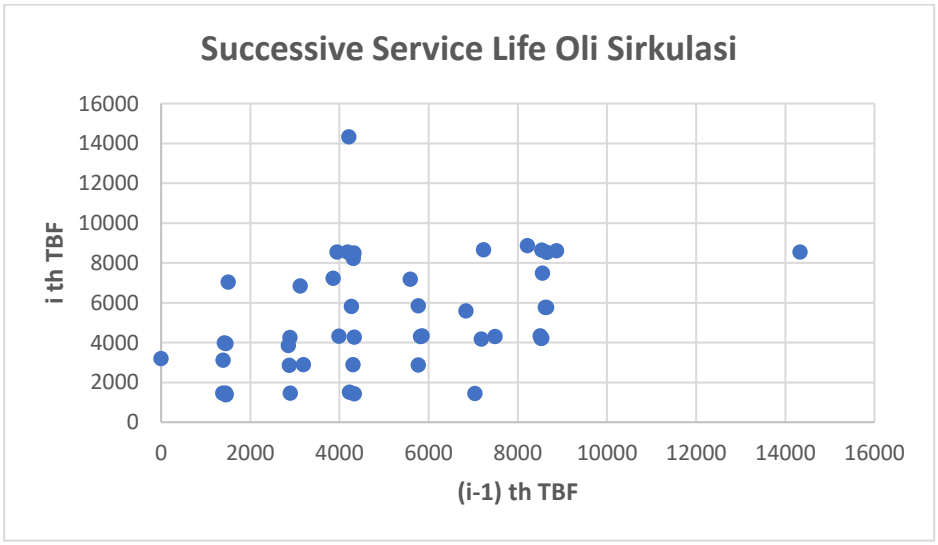
Trend test ini dilakukan oleh 2 *grapichal test* terhadap data *Time Between Failure* (TBF) untuk mengetahui apakah data tersebut memiliki pola trend tertentu. Uji pertama adalah *trend plot* yaitu dengan melakukan plot antara data kumulatif TBF (sumbu X) dan kumulatif frekuensi kegagalan (sumbu Y).



Gambar 5. 14 Trend Plot Komponen Oli Sirkulasi

Berdasarkan grafik *trend test plot* diatas, grafik menunjukkan kecenderungan data mendekati garis lurus (linear) sehingga data dianggap tidak mempunyai trend maka tidak perlu melakukan uji *NonHomogenesis Poission Process* (NHPP) (Louit, et al., 2009).

Uji yang kedua adalah *successive service life plot* yaitu dengan melakukan analisis data TBF antara plot data TBF sebelumnya $(i\text{-}1)^{th}$ (sumbu X) dan data TBF data sekarang i^{th} (sumbu Y).



Gambar 5. 15 *Successive Service Life* Komponen Oli Sirkulasi

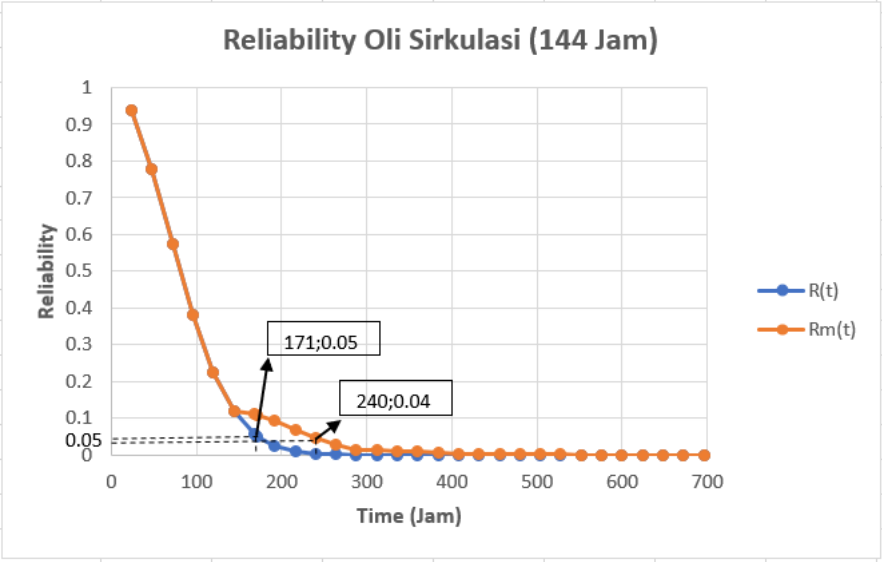
Dari grafik diatas, data TBF mempunyai kecenderungan untuk membentuk satu kelompok titik sehingga data diangga tidak mempunyai trend (Louit, et al., 2009). Kecenderungan membentuk satu kelompok titik yang signifikan apabila data yang digunakan sangat banyak (beberapa tahun). Setelah data diketahui tidak memiliki trend, selanjutnya akan dilakukan uji kebaikan.

b. *Goodnes of Fit*

Uji kebaikan dilakukan untuk menentukan penyesuaian distribusi yang digunakan, uji ini dilakukan dengan *software* Minitab 18. Hasil perhitungan minitab 18, data menunjukan fungsi distibusi statistik yang paling sesuai adalah distribusi Weibull senilai 1.137.

c. Analisis Reliabilitas

Berdasarkan dari fungsi distribusi komponen oli sirkulasi ialah distribusi Weibull dengan nilai 1.137, alpha (α) 0.05, p-value 0.020, AD 0.904, scale parameter 97.55583 jam, shape parameter 1.95439, nilai MTTF 86.50 jam dan nilai MTTR 24.7695 menit. Komponen oli sirkulasi disimulasikan melakukan perawatan setiap 24 jam. Berikut grafik hasil perhitungan reliabilitas komponen oli sirkulasi.



Gambar 5. 16 *Reliability* Komponen Oli Sirkulasi setiap 144 jam

Berdasarkan grafik di gambar 5.13 menunjukan bahwa dengan melakukan perawatan pada interval 144 jam memiliki peningkatan tingkat kehandalan yang signifikan. Dalam komponen yang mengalami kerusakan dengan laju kerusakan meningkat atau menurun atau memiliki distribusi Weibull (Ebelling, 1997). Memiliki peningkatan kehandalan sehingga perusahaan menyediakan komponen pengganti untuk melakukan perawatan pencegahan setiap 144 jam atau 6 hari untuk menambah usia mesin sebesar 36%.

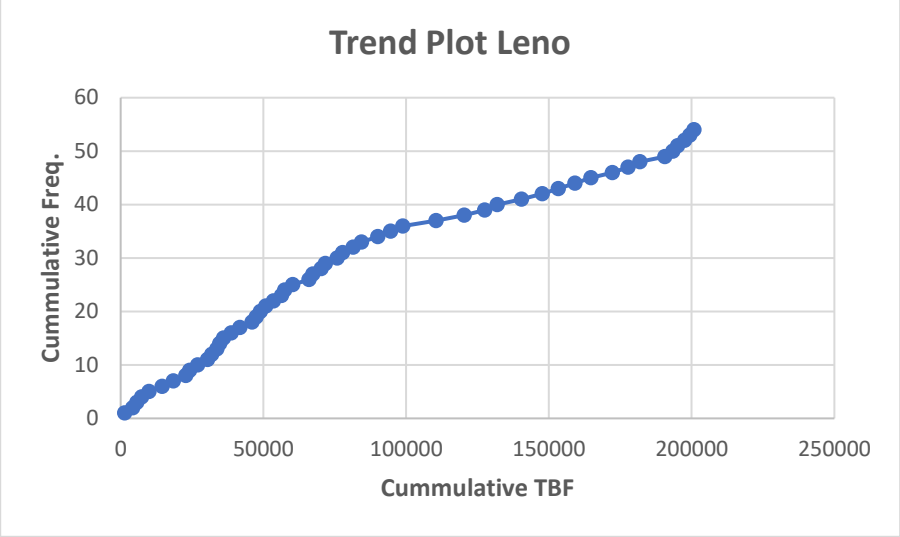
d. *Root Cause Analysis*

Berdasarkan wawancara dengan operator dibagian *maintenance* AJL, perawatan yang dilakukan seperti pengecekkan, pembersihan, perbaikan, dan penggantian komponen. Komponen oli sirkulasi mengalami kerusakan disebabkan selang oli sirkulasi bocor dikarenakan usia pakai sudah habis. Selang sirkulasi tersumbat karena oli sudah kotor atau oli tercampur debu akibat filter yang kotor atau lingkungan tidak besih. Pompa pada oli sirkulasi sudah aus, mesin tidak dapat mengalirkan oli ke semua mesin sehingga komponen harus diperbaiki atau diganti dengan yang baru.

5.6. Komponen Leno

a. Trend Test Komponen Leno

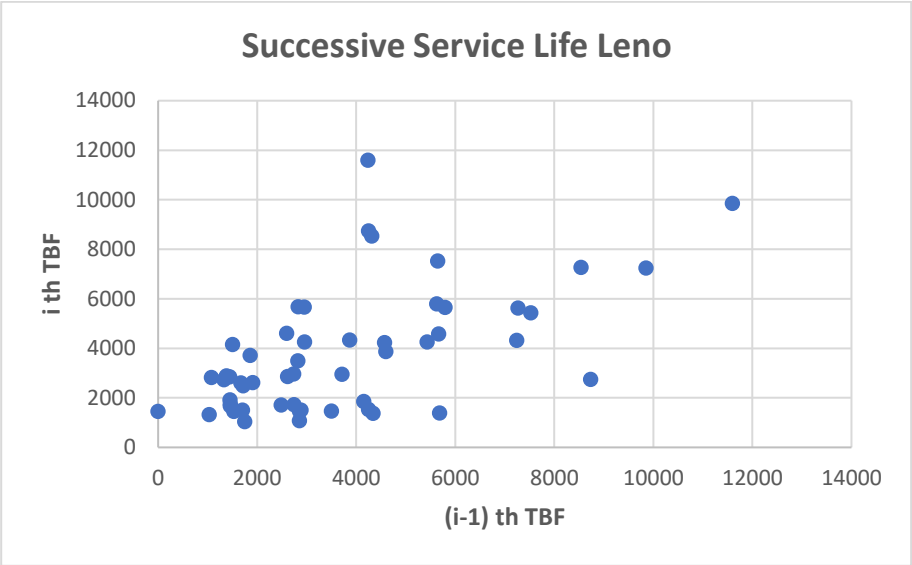
Trend test ini dilakukan oleh 2 *grapichal test* terhadap data *Time Between Failure* (TBF) untuk mengetahui apakah data tersebut memiliki pola trend tertentu. Uji pertama adalah *trend plot* yaitu dengan melakukan plot antara data kumulatif TBF (sumbu X) dan kumulatif frekuensi kegagalan (sumbu Y).



Gambar 5. 17 Trend Plot Komponen Leno

Berdasarkan grafik *trend test plot* diatas, grafik menunjukkan kecenderungan data mendekati garis lurus (linear) sehingga data dianggap tidak mempunyai trend maka tidak perlu melakukan uji *NonHomogenesis Poission Process* (NHPP) (Louit, et al., 2009).

Uji yang kedua adalah *successive service life plot* yaitu dengan melakukan analisis data TBF antara plot data TBF sebelumnya $(i-1)^{th}$ (sumbu X) dan data TBF data sekarang i^{th} (sumbu Y).



Gambar 5. 18 *Successive Service Life* Komponen Leno

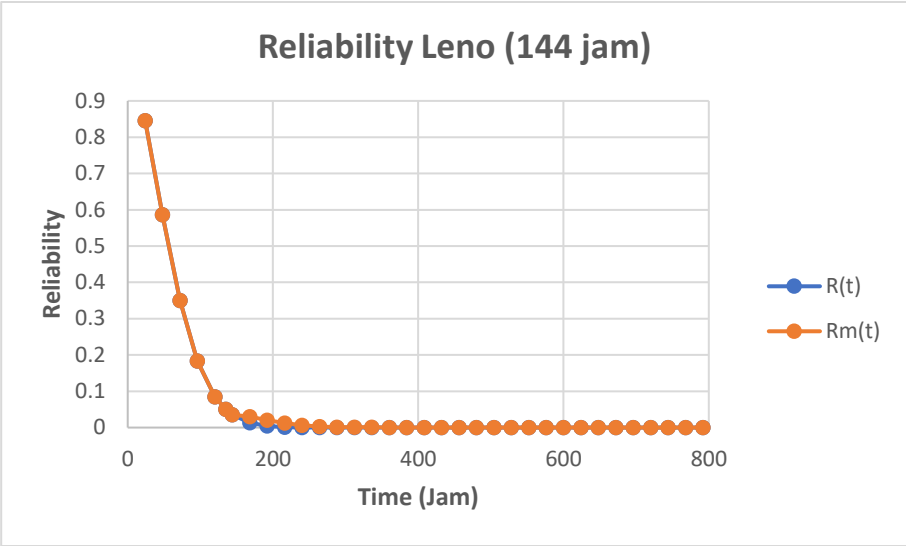
Dari grafik diatas, data TBF mempunyai kecenderungan untuk membentuk satu kelompok titik sehingga data diangga tidak mempunyai trend (Louit, et al., 2009). Kecenderungan membentuk satu kelompok titik yang signifikan apabila data yang digunakan sangat banyak (beberapa tahun). Setelah data diketahui tidak memiliki trend, selanjutnya akan dilakukan uji kebaikan.

b. *Goodnes of Fit*

Uji kebaikan dilakukan untuk menentukan penyesuaian distribusi yang digunakan, uji ini dilakukan dengan *software* Minitab 18. Hasil perhitungan minitab 18, data menunjukan fungsi distibusi statistik yang paling sesuai adalah distribusi Weibull senilai 1.193.

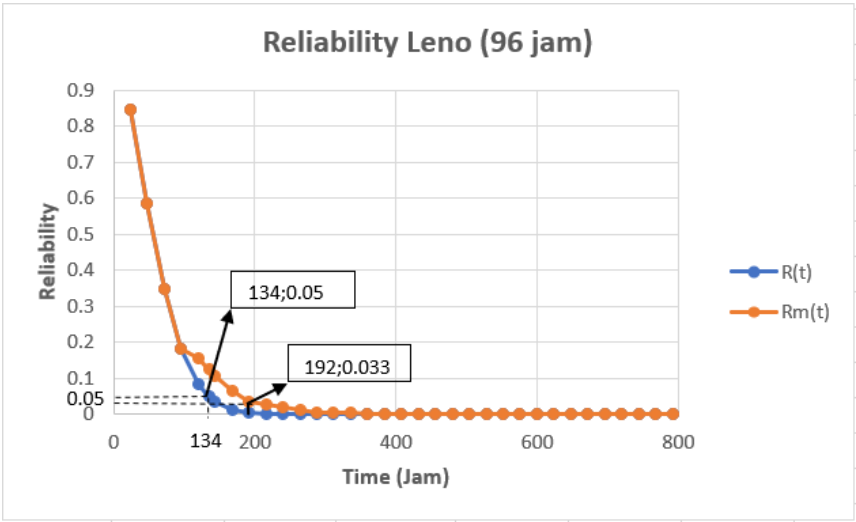
c. Analisis Reliabilitas

Berdasarkan dari fungsi distribusi komponen leno ialah distribusi Weibull dengan nilai 1.193, alpha (α) 0.05, p-value 0.013, AD 0.982, *scale* parameter 69.9395 jam, *shape* parameter 1.67071, nilai MTTF 62.48 jam dan nilai MTTR 22,05251 menit. Komponen leno disimulasikan melakukan perawatan setiap 144 jam. Berikut grafik hasil perhitungan reliabilitas komponen leno.



Gambar 5. 19 *Reliability* Komponen Leno setiap 144 jam

Berdasarkan grafik diatas, grafik menunjukan bahwa dengan melakukan perawatan pada interval 144 jam reliabilitas memiliki peningkatan yang masih kecil. Sehingga peneliti mencoba mensimulasikan kembali dengan PM setiap 96 jam. Berikut grafik reliabilitas dengan PM setiap 96 jam.



Gambar 5. 20 *Reliability* Komponen Leno setiap 96 jam

Berdasarkan grafik di gambar 5.20, grafik menunjukkan bahwa dengan melakukan perawatan pada interval 96 jam reliabilitas memiliki peningkatan yang signifikan. Dalam komponen yang mengalami kerusakan dengan laju kerusakan meningkat atau menurun atau memiliki distribusi Weibull (Ebelling, 1997). Memiliki peningkatan kehandalan sehingga perusahaan menyediakan komponen pengganti untuk melakukan perawatan pencegahan setiap 96 jam atau 4 hari untuk menambah usia mesin sebesar 43%.

d. *Root Cause Analysis*

Berdasarkan wawancara dengan operator dibagian *maintenance* AJL, perawatan yang dapat dilakukan seperti pengecekkan, pembersihan, perbaikan, dan penggantian komponen. Komponen leno mengalami kerusakan disebabkan pinggiran pengikat kain jebol memungkinkan mesin tidak dapat merapihkan pinggiran kain sehingga akan mempengaruhi kualitas kain.

5.7. Kebijakan Perawatan

Dari hasil wawancara dan observasi, dengan menggunakan mesin *air jet loom* dapat memproduksi rata-rata 557.124,43 meter per bulan, 18.570,81 meter per hari, 773,78 meter per jam, 12,90 meter per menit. Oleh karena itu, peneliti mencoba meminimalkan *downtime* untuk menaikkan jumlah produksi perusahaan terkhusus pada mesin *air jet loom* dengan melakukan perancangan sistem perawatan pada setiap komponen kritis. Berikut adalah tabel data dalam merancang interval waktu kegiatan perawatan pencegahan.

Tabel 5. 1 *Breakdown Maintenance* Mesin AJL

No	Komponen	Perbaikan	MTTF (jam)	MTTR (menit)
1	VPM	Ganti Komponen	108.92	59.8569
2	Belt Take Up	Ganti Komponen	90.47	32.8567
3	Insertion	Ganti Komponen	47.62	41.3919
4	Kamran	Ganti Komponen	29.91	48.1544
5	Oli Sirkulasi	Ganti dan Perbaikan Komponen	86.50	24.7695
6	Leno	Perbiakan Komponen	62.48	22.0525
		Total	425.90	229.08191

a. Kondisi awal

Kondisi awal di mesin AJL, peneliti mencoba mensimulasikan kondisi mesin tanpa melakukan kegiatan perawatan. Berikut merupakan simulasi yang ada dalam sistem proses produksi mesin AJL.

Tabel 5. 2 *Breakdown dan Downtime*

Komponen	Jumlah Breakdwon	Total Downtime
VPM	1	59.8569
Belt Take Up	1	32.8567
Insertion	2	82.7838
Kamran	4	192.6176
Oli Sirkulasi	1	24.7695
Leno	1	22.0525
Total	10	414.94

Berdasarkan analisis *downtime* perusahaan, diperoleh total *downtime* sebesar 414.94 menit atau 6 jam 54 menit selama interval 120 jam. Dalam 6 bulan terdapat 3600 jam kerja berarti jumlah *downtime* selama 12.448,11 menit atau 207 jam 24 menit, mesin AJL rata-rata mampu memproduksi kain setiap bulan sebesar 557.124,43 meter.

b. Kondisi Dengan Rancangan Perawatan

Dalam kondisi dengan perawatan, peneliti mensimulasikan peningkatan produksi apabila melakukan perawatan masing-masing pada setiap komponen kritis. Pada komponen VPM dengan 144 jam, *belt take up* 144 jam, *insertion* 96 jam, Kamran 24 jam, oli sirkulasi 144 jam, leno 96 jam, sehingga diperoleh total *downtime* sebesar 223,10 menit atau 3 jam 42 menit selama interval 120 jam. Dalam 6 bulan kerja terdapat 3600 jam kerja *downtime* yang terjadi 6.693,10 menit atau 111 jam 30 menit berarti dengan menerapkan *preventive maintenance* mesin AJL rata-rata mampu memproduksi kain setiap bulan sebesar 723.280,03 meter.

c. Perbandingan kondisi awal (tanpa perawatan) dan kondisi akhir (rancangan perawatan)

Tabel 5. 3 Perbandingan Kondis awal dan Kondisi Rancangan Perawatan

Atribut	**Kondisi awal (tanpa perawatan)**	**Kondisi dengan rancangan perawatan**
Total *downtime* interval 120 jam	6 jam 54 menit	3 jam 42 menit
Total Downtime interval 6 bulan	207 jam 24 menit	111 jam 30 menit
Jumlah rata-rata produksi kain interval 6 bulan	557.124,43 meter	723.280,03 meter

Berdasarkan tabel diatas diperoleh bahwa dengan menerapakan rancangan perawatan pencegahan (*preventive maintenance*) mesin AJL dapat menurunkan *downtime* dan dapat meningkatkan jumlah produksi senilai 13% dengan rata-rata setiap bulan sebesar 166.155,60 meter.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data dan analisis yang dikerjaan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut ini:

1. Dengan melakukan identifikasi *fishbone diagram* diperoleh 6 komponen kritis yang menyebabkan mesin *downtime* atau berhenti beroperasi. Dari data kerusakan komponen mulai bulan April – September 2018. Berikut komponen yang dianggap menjadi komponen kritis adalah komponen VPM, *belt take up*, *insertion*, kamran, oli sirkulasi dan leno.

2. Dari hasil perhitungan *Mean Time Beetwen Failure* dapat dihitung tingkat reliabilitas sebelum dan sesudah melakukan perawatan. Diperoleh interval waktu perawatan untuk komponen VPM dengan interval waktu 120 jam atau 5 hari, komponen *belt take up* dengan interval waktu 144 jam atau 6 hari, komponen *insertion* dengan interval waktu 72 jam atau 3 hari, komponen kamran dengan interval waktu 24 jam atau 1 hari, komponen oli sirkulasi dengan interval waktu 144 jam atau 6 hari, dan komponen leno dengan interval waktu 96 jam atau 4 hari, sehingga dapat meningkatkan kehandalan dan memperpanjang usia operasi mesin serta menurunkan *downtime*.

3. Dengan rancangan jadwal sistem perawatan pada komponen kritis, dapat menurunkan *downtime* dan mesin *air jet loom* dapat menigkatkan jumlah produksi senilai 13% dengan rata-rata setiap bulan sebesar 166.155,03 meter.

6.2. Saran

Beberapa saran yang berikan kepada perusahaan untuk mengurangi *downtime* sehingga dapat meningkatkan produktivitas kerja, sebagai berikut:

1. Pencatatan data historis ditulis dengan rapi dan teratur, tercantum hari, tanggal, jam awal kerusakan, jam selesai diperbaiki atau jam mulai mesin beroperasi kembali. Tersimpan dengan rapi sesuai waktu kerusakan.
2. Mengutamakan ketersedian komponen baru sebagai pengganti komponen yang rusak, sehingga mesin tidak terbengkalai akibat tidak tersedianya komponen pengganti, terutama untuk komponen kritis.
3. Untuk penelitian selanjutnya dapat mencantum biaya perawatan pada setiap komponen secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

Ahyari, A. (2002). *Manajemen Produksi Perencanaan Sistem Produksi* (Edisi Keempat ed.). Yogyakarta: BPFE Yogyakarta.

Amrine, H. T., & Ritchey, J. A. (1982). *Manufacturing Organization and Management* (Forth Edition ed.). New Jersey: Prentice Hall Inc.

Anggraeni, N. D., & Nurhadi, I. (2013). Analisis Reliability untuk Menentukan Mean Time Between Failure (MTBF) Studi kasus Pulverizer pada Sebuah PLTU. *Rekayasa dan Aplikasi Teknik Mesin di Industri*, 128.

Ansori, N., & Mustajib, M. I. (2013). *Sistem Perawatan Terpadu (Integrated Maintenance System).* Yogyakarta: Graha Ilmu.

Asisco, H., et al. (2012). Usulan Perencanan Perawatan Mesin dengan Metode Reliability Cetered Maintenance (RCM) di PT. Perkebunan Nusantara VII (PERSERO) Unit Usaha Sungai Niru Kab. Muara Enim. *Jurnal Teknik*, 78-96.

Assauri, S. (1993). *Manajemen Produksi dan Operasi.* Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi UI.

Assauri, S. (1999). *Manajemen Produksi dan Operasi Edisi Keempat.* Jakarta: Lembaga Penerbit FEUII.

Aufar, et al. (2014). Usulan Kebijakan Perawatan Area Produksi Trim Chassis dengan Menggunakan Metode Reliability Centred Maintenance (Studi Kasus: PT. Nissan Motor Indoensia). *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 25-36.

Bangun et al. (2014). Perencanaan Pemeliharaan Mesin Produksi dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) II pada Mesin Blowing OM (Studi Kasus: PT. Industri Sandang Nusantara Unit Patal Lawang). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri, 2*(5), 997.

Ben-Daya, M. (2000). You May Need RCM to Enhance TPM Implementation. *Journal of Quality in Maintenance Enginering*.

Bengtsson, M. (2004). *Condition Based Maintenance system - An Investigation of Technical Constutuents and Organizational Aspects.* Vasterad: Malardalen University.

Blanchard, B. S. (1995). *Maintanability: A Key to Effective Service Abiity and Maintenance Management.* New York: John Willey and Sons.

BPS. (2018). *Pertumbuhan Industri Manufaktur Besar dan Sedang.* Jakarta: BPS.

Corder, A. (1992). *Teknik Manajemen Pemeliharaan.* Jakarta: Erlangga.

Dhillon, B. S. (1997). *Reliability Engineering in System Design and Operation.* Singapore: Van Nostrand Reinhold Company, Inc.

Dhillon, B. S. (2006). *Maintananbility, Maintennace - A Modern Reliability for Engineering.* New York: Taylor and Francis Group.

Ebelling, C. E. (1997). *An Intorduction to Reliability and Maintainability Engineering.* New York: The Mc. Graw Hill Companier inc.

Grag, H. P. (1987). *Industrial Maintenance* (Edition Ketiga ed.). New York: S.Chand & Company.

Gupta, G., & Mishra, R. P. (2018). Identification of Critical Component Usng ANP for Implementation of Reliability Centred Maintenance. *Prodecia CIRP*, 905-909.

Hakim, L. (2014). Analisa RCM pada motor Diesel Penggerak Generator Daya 320 kVa Sumber Kelistrikan di Hotel Sapadia Rokan Hulu. *Jurnal APTEK*, 165-172.

Hakim, L. (2014). Analisis RCM pada Motor Deisel Penggerak Generator Daya 320 kVA Sumber Kelistrikan di Hotel Sapadia Rokan Hulu. *Jurnal APTEK, 6*(2), 1-3.

Handoko, T. H. (2003). *Manajemen Personalia dan Sumber Daya Manusia.* Yogyakarta: BPFEE-Yogyakarta.

Kurniawan, R. R. (2014). Perencanaan Sistem Perawatan Mesin Urbannyte dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance II (RCM II) (studi Kasus di Departemen Produksi PT. Masscom Graphy, Semarang) . *Industrial Engineering Online Journal, 3*(4), 2-4.

Lewis, E. (1994). *Introduction to Reliability Engineering.* Illionis: John Wiley and Sons.

Louit, et al. (2009). A Pratical for The selection of Time-To-Failure Based on The Assessment of Trends in Maintenance Data. *Reliability Engineering and System Safety*, 1618-1628.

Malik, N. A., & Hamsal, M. (2013). Pengukuran Kinerja Operasional melalui Implementasi Total Productive Maintenance di PT. XYZ. *Journal of Business and Enterpreneurship Magister Manajemen, 1*(2), 2-4.

Manzini, R. (2010). *Maintenance for Industrial System.* London: Springer.

Meladya et al. (2014). Perancangan Sistem Informasi Manajemen Perawatan Mesin Berbasis Group Technology (Studi Kasus: PT. Adiputro Wirasejati Malang. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri, 2*(3), 1-2.

Moubray, J. (1997). *Reliability Centered Maintenance II.* New York: Industrial Press Inc.

O'Connor, P. D. (2001). *Practical Reliability Engineering* (Fourth Edition ed.). England: Jonh Wiley & Sons Ltd.

Prasetyo, C. P. (2017). Evaluasi Manajemen Perawatan dengan Metode Reliability Centred Maintenance (RCM) II pada Mesin Cane Cutter 1 dan 2 di stasiun Gilinga PG Meritjan - Kediri. *Jurnal Ilmiah Rekayasa*, 1-9.

Sayuti, M., et al. (2013). Evaluasi manajemen perawatan mesin dengan menggunakan metode reliability centered maintenance pada PT. Z. *Malikussaleh Indsutrial Engineering Journal*, 9-13.

Selvik, J. T., & Aven, T. (2011). A Framework For Reliability and Risk Centered Maintenance. *Reliability Engineering and System Safety*, 324-331.

Swason, L. (2001). linking maintenance strategies to performance. *Internasional Journal of Production Economi*, 237-244.

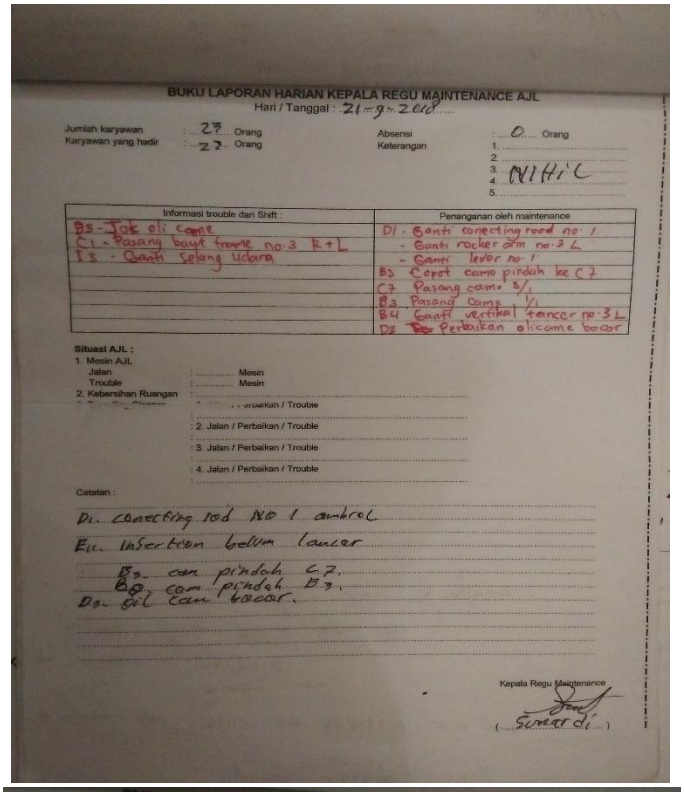
Usadha et al. (2017). Analisa Keandalan pada Peralatan Unit Penggilingan Akhir Semen Untuk Menentukan Jadwal Perawatan Mesin (Studi Kasus PT. Semen Indonesia Persero TBK.). *Jurnal matematik dan aplikasinya*, 1-6.

Yamit, Z. (2001). *Manajemen Kualitas.* Yogyakarta: EKONISIA.

Yamit, Z. (2011). *Manajemen Produksi dan Operasi* (Edisi Pertama ed.). Yogyakarta: Ekonosia.

Yssaad et al. (2014). Reliability Centered Maintenance Optimization for Power Distribution System. *Jurnal Electrical Power and Energy System, 55*, 108-115.

LAMPIRAN



BUKU LAPORAN HARIAN KEPALA REGU MAINTENANCE AJL

Hari / Tanggal : 21-9-2018

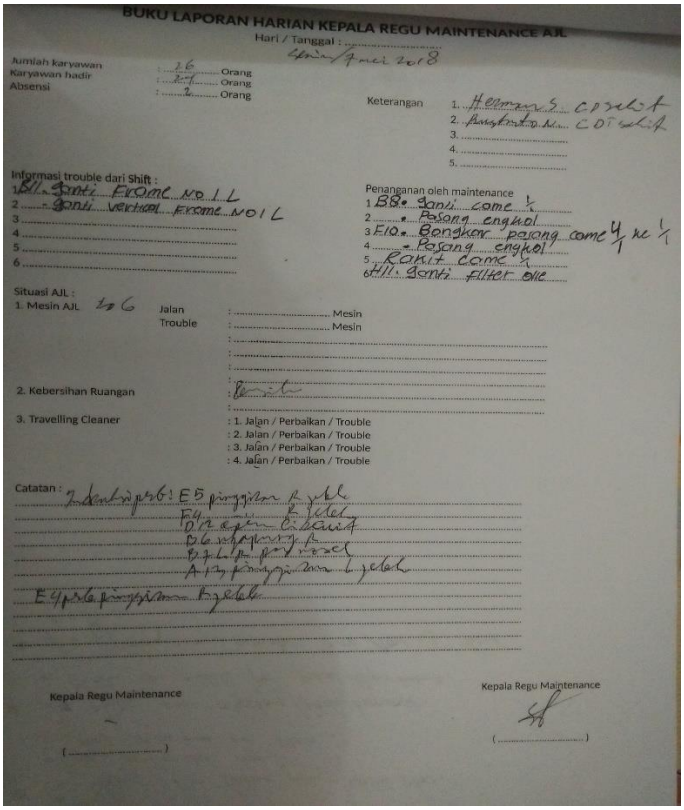
Jumlah karyawan : 23 Orang
Karyawan yang hadir : 22 Orang
Absensi : 0 Orang
Keterangan : 1. 2. 3. NIHIL 4. 5.

Informasi trouble dari Shift :	Penanganan oleh maintenance
B3 - Jok oli come	D1 - Ganti correcting rood no: 1
C1 - Pasang baut frame no: 3 R+L	- Ganti rocker arm no: 3 L
I3 - Ganti selang udara	- Ganti lever no 1
	B3 Copot come pindah ke C7
	C7 Pasang come 5/1
	B3 Pasang come 1/1
	B4 Ganti vertikal rancer no: 3 L
	D2 Perbaikan oli come bocor

Situasi AJL :
1. Mesin AJL
Jalan : ..... Mesin
Trouble : ..... Mesin
2. Kebersihan Ruangan : ..... / Trouble
: 2. Jalan / Perbaikan / Trouble
: 3. Jalan / Perbaikan / Trouble
: 4. Jalan / Perbaikan / Trouble

Catatan :
D1. Correcting rod NO 1 ambrol
E4. Insertion belum lancar
B3. Come pindah C7.
B3. Come pindah B3.
D2. Oil Come bocor.

Kepala Regu Maintenance
(Suwardi)



BUKU LAPORAN HARIAN KEPALA REGU MAINTENANCE AJL

Hari / Tanggal : Senin / 9 Juli 2018

Jumlah karyawan : 26 Orang
Karyawan hadir : 24 Orang
Absensi : 2 Orang

Keterangan 1. Hermans cuti
2. Purnomo No. cuti
3.
4.
5.

Informasi trouble dari Shift :
1 B1. Ganti Exome NO 1 L
2 - Ganti Vertikal Exome NO 1 L
3
4
5
6

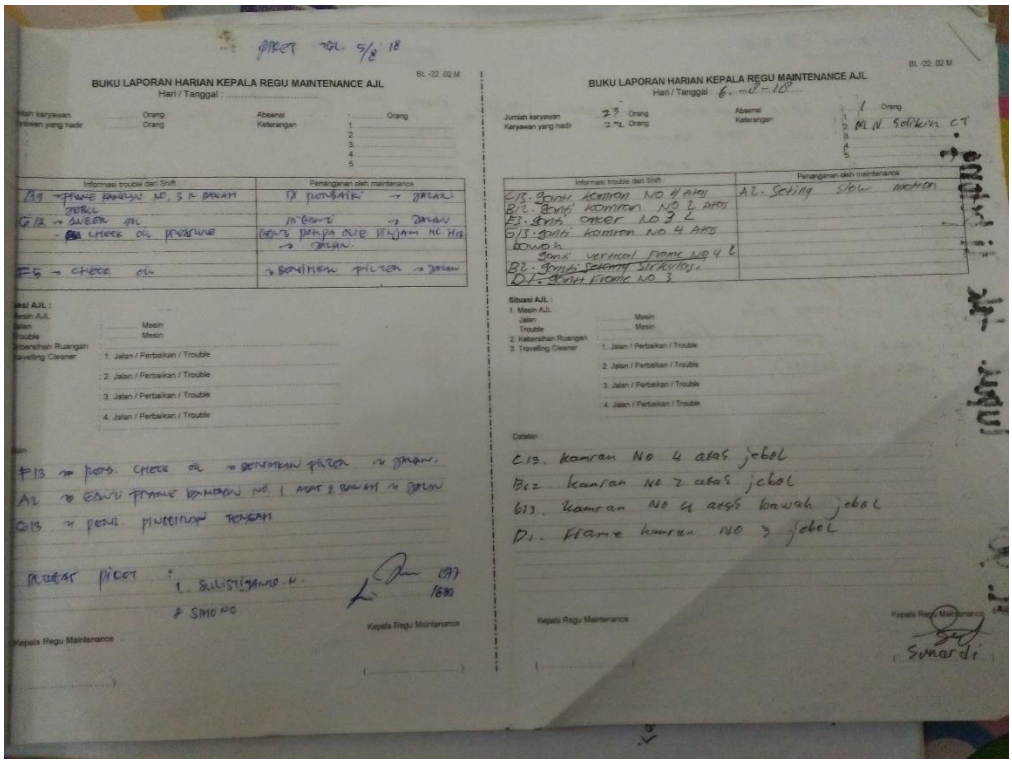
Penanganan oleh maintenance
1 B8. Ganti come 1/1
2 - Pasang engkol
3 F10. Benahkan pasang come 4/1 ke 1/1
4 - Pasang engkol
5 Rakit come 1/1
6 H11. Ganti filter oli

Situasi AJL :
1. Mesin AJL 1 s/d 6 Jalan : ..... Mesin
Trouble : ..... Mesin
2. Kebersihan Ruangan : Bersih
3. Travelling Cleaner : 1. Jalan / Perbaikan / Trouble
: 2. Jalan / Perbaikan / Trouble
: 3. Jalan / Perbaikan / Trouble
: 4. Jalan / Perbaikan / Trouble

Catatan : 2. Lanjutan B1: E5 pinggiran kopling
F4 ganti 2 klep
D2 ganti oil seal
D6 ganti pipa
D7 ganti pipa
A1 ganti penyangga engkol
E4 pinggiran kopling

Kepala Regu Maintenance
( )

Kepala Regu Maintenance
( )



PIKET TGL. 5/8 18

BL -22 .02 M

BUKU LAPORAN HARIAN KEPALA REGU MAINTENANCE AJL

Hari / Tanggal : .....

Jumlah karyawan ..... Orang
Karyawan yang hadir ..... Orang

Absensi ..... Orang
Keterangan 1. ..... 2. ..... 3. ..... 4. ..... 5. .....

Informasi trouble dari Shift	Penanganan oleh maintenance
B9 → FRAME KAMPUN NO. 3 K BAWAH JEBOL	D1 PERBAIKI → JALAN
G12 → ANGER AL	M. GANTI → JALAN
- CHECK OIL PRESSURE	GANTI PERPA OLIE PINJAM NO. H13 → JALAN
F5 → CHECK OIL	→ BERSIHKAN FILTER → JALAN

Situasi AJL :
Mesin AJL
Jalan ..... Mesin
Trouble ..... Mesin
Kebersihan Ruangan
Travelling Cleaner
1. Jalan / Perbaikan / Trouble
2. Jalan / Perbaikan / Trouble
3. Jalan / Perbaikan / Trouble
4. Jalan / Perbaikan / Trouble

Catatan
F13 → PERB. CHECK OIL → BERSIHKAN FILTER → JALAN.
A2 → GANTI FRAME KAMPUN NO. 1 ATAS & BAWAH → JALAN
G13 → PERB. PINGGIRAN TENGAH

PLOTAT PIKET : 1. SULISTIYANTO N.
2. SIMONO

1977
1680

Kepala Regu Maintenance

Kepala Regu Maintenance

BL -22 .02 M

BUKU LAPORAN HARIAN KEPALA REGU MAINTENANCE AJL

Hari / Tanggal : 6-8-18

Jumlah karyawan 23 Orang
Karyawan yang hadir 22 Orang

Absensi 1 Orang
Keterangan 1. M.N Selikin CT 2. 3. 4. 5.

Informasi trouble dari Shift	Penanganan oleh maintenance
C13. Ganti kamran NO 4 atas	A2. Seting slow motion
B12. Ganti kamran NO 2 atas	
F3. Ganti cancer NO 3 L	
G13. Ganti kamran NO 4 atas bawah	
Ganti vertical frame NO 4 L	
B2. Ganti ~~selang~~ sirkulasi	
D1. Ganti frame NO 3	

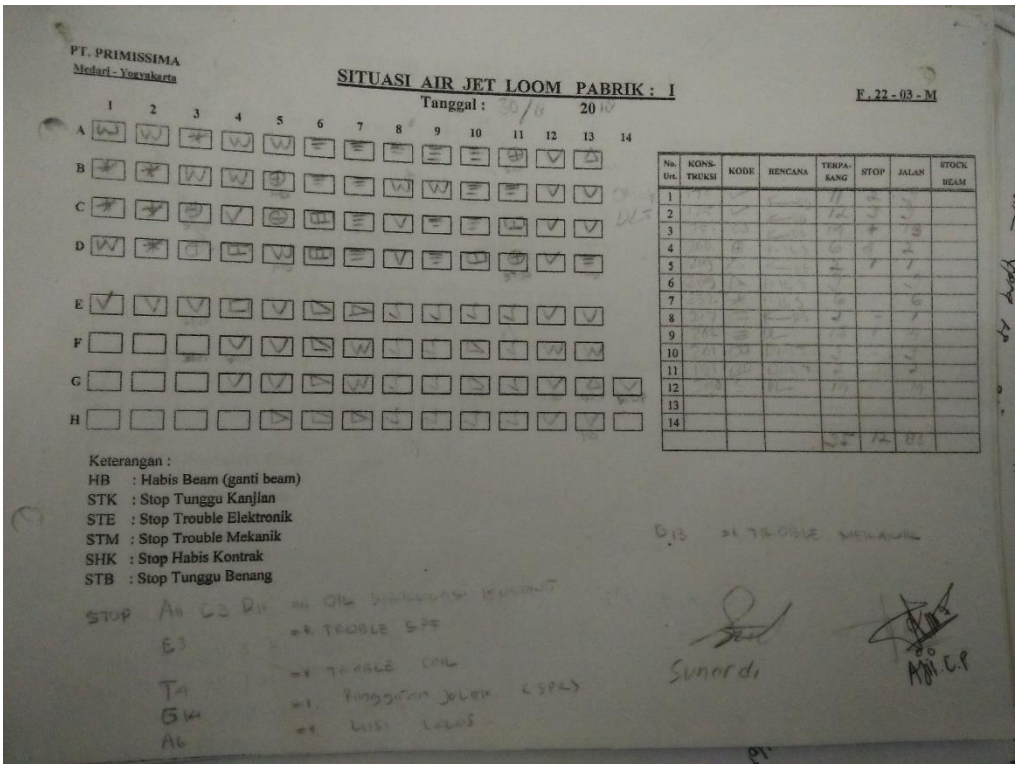
Situasi AJL :
1. Mesin AJL
Jalan ..... Mesin
Trouble ..... Mesin
2. Kebersihan Ruangan
3. Travelling Cleaner
1. Jalan / Perbaikan / Trouble
2. Jalan / Perbaikan / Trouble
3. Jalan / Perbaikan / Trouble
4. Jalan / Perbaikan / Trouble

Catatan
C13. kamran NO 4 atas jebol
B12. kamran NO 2 atas jebol
G13. kamran NO 4 atas bawah jebol
D1. Frame kamran NO 3 jebol

Kepala Regu Maintenance

Kepala Regu Maintenance

Sunardi



PT. PRIMISSIMA
Medari - Yogyakarta

SITUASI AIR JET LOOM PABRIK : I

Tanggal : 30/8 2018

F. 22 - 03 - M

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A	W	W	*	W	W	=	=	=	=	=	⊕	V	△	
B	*	*	W	W	⊕	=	=	W	W	=	=	V	V	
C	*	*	⊕	V	⊕	⊔	=	V	=	=	⊔	V	V	
D	W	*	⊕	⊔	W	⊔	=	V	=	⊔	⊕	V	=	
E	V	V	V	⊔	V	▷	▷	↓	↓	↓	↓	V	V	
F				V	V	▷	W	↓	↓	▷	↓	W	W	
G				V	V	▷	W	↓	↓	▷	↓	V	△	V
H					▷	▷	▷	↓	↓	↓	↓	V	V	

No. Urt.	KONS-TRUKSI	KODE	RENCANA	TERPA-SANG	STOP	JALAN	STOCK BEAM
1				11	2	3	
2				12	3	3	
3				14	4	13	
4				6	4	2	
5				2	1	1	
6				3		3	
7				6		6	
8				2	-	1	
9				12	1	11	
10				3		3	
11				2		2	
12				14		14	
13							
14							
				35	12	82	

Keterangan :
HB : Habis Beam (ganti beam)
STK : Stop Tunggu Kanjlan
STE : Stop Trouble Elektronik
STM : Stop Trouble Mekanik
SHK : Stop Habis Kontrak
STB : Stop Tunggu Benang

D13 → TROBLE MEKANIK

STOP A11 C3 D11 → OIL SIRKULASI KENCANG
E3 → TROBLE SPF
T4 → TROBLE COIL
G14 → Pinggiran Jelek (SPR)
A6 → Luisi Lolos

Sunardi

AJL.C.P