

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai pengumpulan data yang diperlukan dalam penelitian, proses pengolahan data hingga diperoleh hasil yang diinginkan sesuai dengan rumusan masalah dan tujuan penelitian berkaitan dengan metode *Reliability Centered Maintenance* II sehingga nantinya akan diperoleh rekomendasi perbaikan *maintenance* berdasarkan analisis dan pembahasan.

4.1 Gambaran Umum Objek Penelitian

Pada sub bab ini akan dijelaskan gambaran umum dari CV. Absolutech Distrindo yang terdiri dari profil perusahaan, visi dan misi perusahaan, struktur organisasi, serta proses produksi didalamnya.

4.1.1 Profil CV. Absolutech Distrindo

CV. Absolutech Distrindo merupakan badan usaha yang bergerak dalam bidang produksi karung glangsing (*woven bags*) dari bahan baku utama *polypropylene* yang cukup mudah didaur ulang. Lokasi CV. Absolutech Distrindo berada di Jalan Raya Pakis no. 224 Malang. Gagasan utama didirikannya CV. Absolutech Distrindo dimulai pada tahun 2011 yang awal mulanya bergerak dalam bidang *trading*. Selain itu pada awal masa berdirinya CV. Absolutech Distrindo juga pernah bergerak dalam bidang *computer programming*. Kemudian pada tahun 2013 CV. Absolutech Distrindo mulai beralih fungsi memproduksi *woven bags* dengan bahan baku *recycling* gelas plastik PP.

Karena banyaknya sampah plastik yang semakin tidak terkendali penggunaannya serta dampak yang ditimbulkan terhadap lingkungan mendasari CV. Absolutech Distrindo untuk bergerak mengurangi resiko sampah plastik dengan memanfaatkannya sebagai bahan baku produktif yang memiliki nilai tambah yang tinggi dan bermanfaat bagi industri lain. Pada awal mula berdirinya CV. Absolutech Distrindo bahan baku yang digunakan untuk memproduksi *woven bags* menggunakan bahan *recycling* sampah plastik antara lain botol plastik bekas air mineral dan galon dari bahan *polypropylene* yang mudah didaur ulang.

4.1.2 Visi dan Misi CV. Absolutech Distrindo

Berikut ini merupakan visi dan misi dari CV. Absolutech Distrindo.

1. Visi

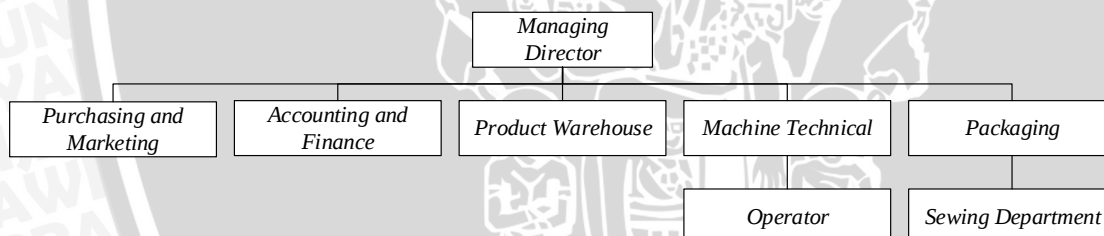
Menjadi perusahaan dengan produk *woven bags* yang ramah lingkungan dengan kualitas baik dan mengutamakan kepuasan pelanggan.

2. Misi

- Menjadi perusahaan berkembang yang mampu bersaing dalam industri nasional.
- Menjadi perusahaan karung *recycling* yang ramah lingkungan.
- Berkomitmen terus memberikan pelayanan terbaik kepada pelanggan dari segi jumlah, waktu, dan mutu.

4.1.3 Struktur Organisasi CV. Absolutech Distrindo

Struktur organisasi dari CV. Absolutech Distrindo yang ditetapkan sejak awal berdirinya pada tahun 2011 dipimpin oleh seorang direktur utama yang secara garis besar membawahi dan memiliki tanggung jawab penuh terhadap keseluruhan sistem manajemen perusahaan. Gambar 4.1 berikut merupakan bagan yang menjelaskan struktur organisasi dari CV. Absolutech Distrindo.



Gambar 4.1 Struktur Organisasi CV. Absolutech Distrindo
Sumber: CV. Absolutech Distrindo

4.1.4 Proses Produksi Karung Glangsing

Proses produksi karung glangsing pada CV. Absolutech Distrindo melibatkan beberapa mesin produksi dengan menggunakan satu *line production* yang bekerja secara *flow process*. Proses produksi pembuatan karung glangsing melalui 3 tahap. Berikut ini adalah tahapan-tahapan proses produksi karung glangsing di CV. Absolutech Distrindo.

1. Bagian *Extruder*

Proses *extruding* merupakan pembuatan benang plastik menggunakan mesin *extruder* yaitu bahan baku yang berupa biji plastik secara otomatis dipanaskan hingga lebur menjadi air dan kemudian keluar menjadi lembaran plastik lalu dipotong menjadi pita yang digulung menggunakan *bobin* sehingga menjadi gulungan benang plastik.

2. Bagian *Circular Loom*

Aktivitas dalam proses ini yaitu gulungan benang plastik dalam jumlah tertentu dibawa ke bagian *circular loom* untuk dirajut atau dianyam pada mesin *circular loom* sesuai dengan ukuran karung yang diinginkan sehingga menjadi karung plastik yang masih dalam bentuk gulungan *roll*.

3. Bagian *Finishing*

Pada proses *finishing* terdapat 3 tahap yaitu:

a) Proses Pemotongan (*Cutting*)

Karung plastik yang masih dalam bentuk gulungan *roll* dibawa ke bagian *cutting* untuk dipotong sesuai ukuran dengan menggunakan *cutting machine* yaitu mesin yang dapat memotong gulungan karung plastik berdasarkan panjang yang telah ditentukan.

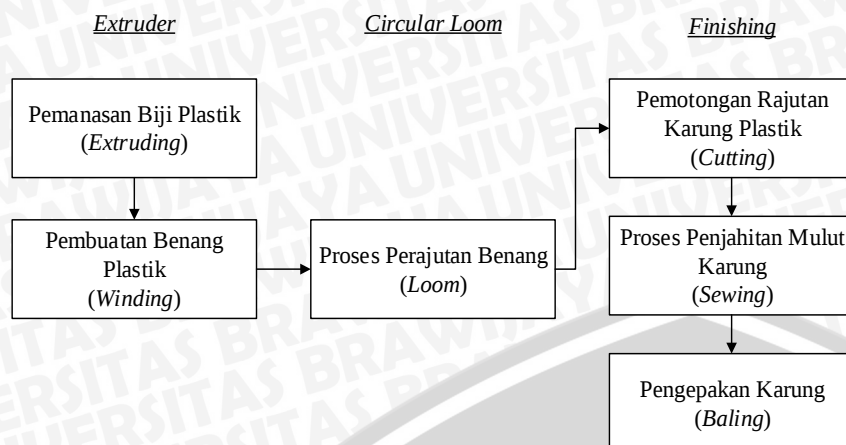
b) Proses Penjahitan (*Sewing*)

Karung plastik yang sudah dipotong tersebut kemudian dijahit secara manual pada bagian mulut karung sesuai ukuran yang telah ditentukan dengan menggunakan mesin jahit (*sewing machine*).

c) Proses Pengepakan (*Baling Press*)

Setelah menjadi karung plastik maka karung-karung tersebut dibawa ke bagian pengepakan yang kemudian akan dipres dan dikemas menggunakan mesin *bale press*. Proses pengepakan merupakan proses terakhir dan kemudian karung yang sudah dikemas tersebut diserahkan ke bagian gudang dan siap untuk dikirim.

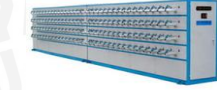
Berikut ini merupakan penjelasan mengenai gambaran proses produksi karung glangsing mulai dari proses peleburan biji plastik (*extruding*) hingga proses pengepakan (*baling press*) dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Proses Produksi Karung Glangsing
Sumber: CV. Absolutech Distrindo

Terdapat beberapa mesin produksi yang digunakan dalam aktivitas produksi karung glangsing. Tabel 4.1 berikut ini merupakan penjelasan mengenai masing-masing mesin produksi yang ada di CV. Absolutech Distrindo.

Tabel 4.1 Mesin Produksi Karung Glangsing

Gambar	Nama Mesin	Model	Jumlah
	Dry Machine	SH-30	1
	Tape Production Line	SJ-FS5.5-110/600	1
	Mechanic Winder	S-SJJ-11	1
	6 Shuttle Circular Loom	SBY-850X6S	6
	Cutting Machine	CD-II	2
	Sewing Machine	GK8-2	4
	Baling Machine	DB-100	1

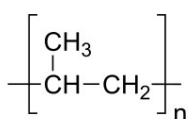
Sumber: CV. Absolutech Distrindo

4.2 Bahan Baku dan Produk Jadi

Berikut ini merupakan penjelasan mengenai bahan baku yang digunakan dan produk jadi yang dihasilkan oleh CV. Absolutech Distrindo.

4.2.1 Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan karung glangsing (*woven bags*) adalah polipropelina (PP) yang juga dikenal sebagai polipropin yaitu jenis polimer termoplastik yang terbuat dari beberapa monomer propena, sangat tahan terhadap berbagai pelarut kimia, basa, dan asam. Polipropilena banyak digunakan untuk berbagai aplikasi termasuk pengemasan, pelabelan, industri tekstil, alat tulis, bagian plastik dan berbagai jenis kontainer plastik, peralatan laboratorium, hingga komponen otomotif. Gambar 4.3 berikut ini merupakan struktur ikatan kimia dari polipropelina.



Gambar 4.3 Ikatan Kimia Polipropelina
Sumber: Gacther (1990)

Dalam pembuatan karung glangsing CV. Absolutech Distrindo menggunakan tiga bahan baku utama yaitu PP *original*, PP *recycling*, dan kapur sebagai pemutih. Berikut ini penjelasan dari masing-masing bahan baku pembuatan karung glangsing.

1. PP *Original*

PP *original* adalah sebuah polimer termo-plastik yang dibuat oleh industri kimia dan digunakan dalam berbagai aplikasi, diantaranya pengemasan, tekstil, dan alat tulis. Dalam pembuatan karung glangsing PP *original* menjadi bahan utama dalam pembuatan benang atau pita plastik.

2. PP *Recycling*

PP *recycling* merupakan jenis biji plastik yang dihasilkan dari proses daur ulang sampah plastik. Biji plastik jenis ini digunakan sebagai campuran biji plastik *original* dalam pembuatan karung glangsing.

3. Kapur (Pemutih)

Kapur dalam pembuatan karung glangsing digunakan sebagai bahan pewarna yang digunakan sebagai bahan campuran untuk menimbulkan warna putih yang pekat pada benang plastik.



Gambar 4.4 PP *Original*



Gambar 4.5 PP *Recycling*



Gambar 4.6 Kapur

4.2.2 Produk Jadi

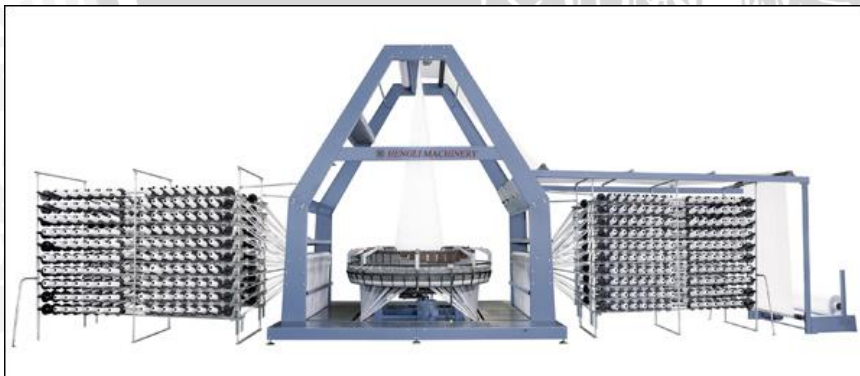
Produk utama yang dihasilkan CV. Absolutech Distrindo adalah karung glangsing atau PP woven bags yaitu karung yang terbuat dari anyaman *polypropylene*, sebagian besar dibuat dengan warna putih susu atau transparan atau warna-warna lainnya yang diperuntukkan untuk kemasan berbagai butiran, bubuk, pelet, atau produk serpihan di industri makanan dan kimia.



Gambar 4.7 PP Woven Bags

4.3 Mesin Circular Loom SBY-850X6S

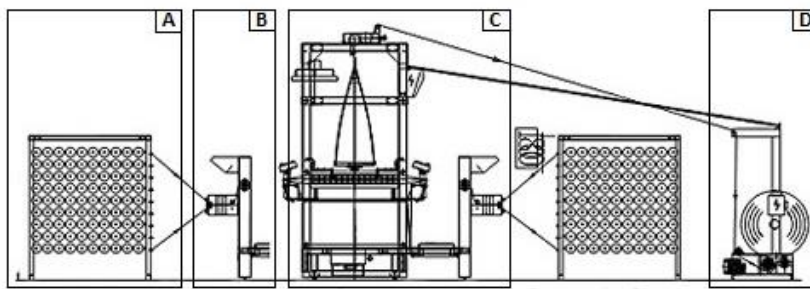
Mesin *circular loom* tipe SBY-850X6S adalah mesin perajut benang yang dibuat oleh Hefei Tiangfeng Machinery dari China. Mesin ini diperuntukkan dalam industri yang memproduksi karung glangsing (*woven bags*). Berdasarkan spesifikasinya mesin ini memiliki 6 *shuttle*. Sistem kerja mesin ini memerlukan operator pengawas dan sekaligus bertugas mengganti gulungan *bobin* ketika telah habis. Kecepatan putar maksimal mesin ini adalah 180 rpm dengan *output* 2,7 meter/min. Bentuk dan spesifikasi dari mesin *circular loom* tipe SBY-850X6S dapat dilihat pada Gambar 4.8 dan Tabel 4.2 berikut ini.



Gambar 4.8 Mesin Circular Loom SBY-850X6S

Sumber: Hefei Tianfeng Plastic Machinery Co., Ltd

Berikut ini merupakan penjelasan bagian-bagian mesin *circular loom*.



Keterangan:

A = Bagian *feeder unit*, terdiri dari rak benang tempat memasang gulungan *bobin*.

B = *Roll feeder* yang berfungsi melewati benang dari *bobin* menuju *main circular loom machine*.

C = Bagian *loom unit*, terdiri dari *main circular loom* tempat berlangsungnya proses perajutan benang menjadi *roll karung*.

D = Bagian *delivery unit*, terdiri dari *finishing roll* yang berfungsi menggulung hasil *roll karung* yang telah ditenun oleh *main circular loom*.

Penjelasan mengenai spesifikasi dari mesin *circular loom* SBY-850X6S dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut ini.

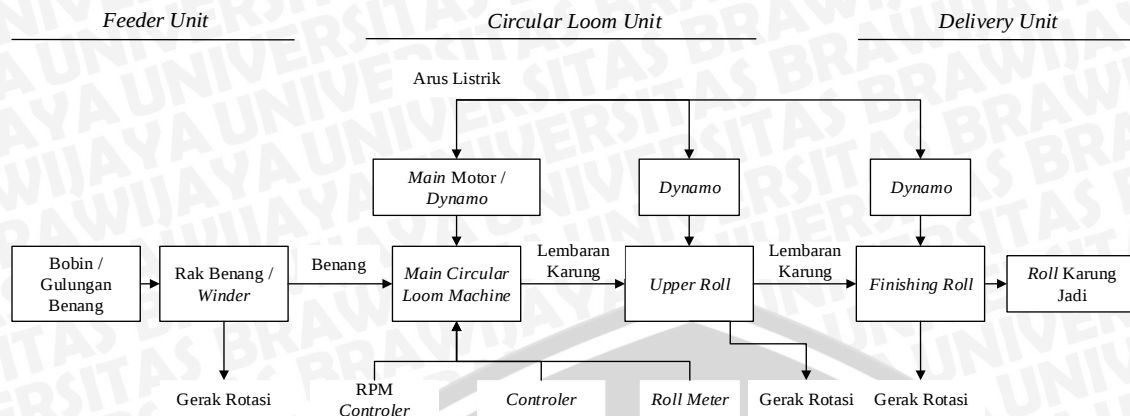
Tabel 4.2 Spesifikasi Mesin *Circular Loom* SBY-850X6S

ITEM	SBY-850X6S
Shuttle (pcs)	6
Max. Speed (rpm)	180
Maxim width (mm)	300-850
Main motor (Kw)	3
Max Weft dia (mm)	115
Max. Warp dia (mm)	160
No. of Warp (pc)	720
Weight (t)	1.9
Dimension (LX W XH)	10.1X2.8X2.9m

Sumber: Hefei Tianfeng Plastic Machinery Co., Ltd

4.4 Functional Block Diagram (FBD) Mesin *Circular Loom* SBY-850X6S

Functional Block Diagram atau FBD merupakan sebuah diagram yang menjelaskan fungsional sistem secara lengkap. Diagram ini membantu memvisualisasikan struktur fungsi kerja sistem dengan jelas. *Functional Block Diagram* mesin *circular loom* tipe SBY-850X6S dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Functional Block Diagram Circular Loom Machine SBY-850X6S

Sumber: Pengolahan Data

Berikut ini merupakan penjelasan masing-masing proses yang terjadi pada mesin *circular loom* SBY-850X6S.

1. Feeder Unit

Unit pemasukan atau *feeder unit* merupakan bagian yang men-supply benang tenun pada *main circular loom* untuk ditenun menjadi lembaran karung. Pada bagian ini terdapat komponen rak benang sebagai tempat memasang gulungan *bobin* yang disambungkan pada *main circular loom*. Beberapa proses pada *feeder unit* yaitu:

- Hasil panen *bobin* dibawa dari *winder machine* dan dikelompokkan menurut diameter tertentu.
- Bobin* yang sudah dipanen dipasang pada rak benang (*winder*) pada mesin tenun oleh operator.
- Kemudian dilakukan penyambungan gulungan benang bobin pada bagian penarik atau jarum benang pada mesin tenun.

2. Circular Loom Unit

Unit penenuan atau *circular loom unit* dilakukan oleh *main circular loom machine* yang berfungsi menjahit benang tenun hingga menghasilkan lembaran karung panjang yang masih berbentuk *roll*. Berikut ini beberapa proses yang terjadi pada bagian *circular loom unit*.

- Benang yang sudah dipasang secara keseluruhan pada bagian *winder* kemudian disambungkan pada penarik benang atau jarum benang pada mesin tenun.
- Operator mengatur kecepatan RPM mesin yang akan digunakan.
- Output* dari proses tenun berupa lembaran karung panjang yang kemudian disambungkan pada *upper roll* untuk diatur lebar karung dan jumlah meter gulungan karung yang dihasilkan.

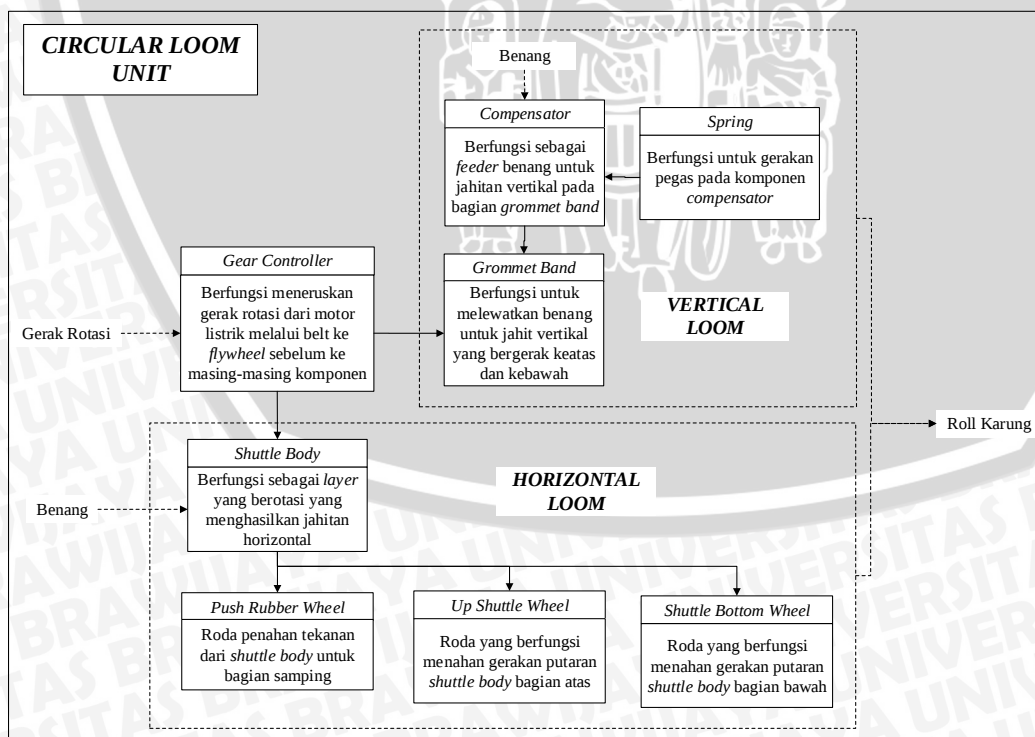
3. Delivery Unit

Delivery unit merupakan proses penggulungan karung setelah menjadi lembaran karung panjang yang kemudian disambungkan pada *finishing roll* hingga mencapai ketebalan diameter tertentu kemudian dipanen. Setelah itu karung yang sudah berbentuk *roll* siap untuk dipotong pada *cutting machine* dengan panjang tertentu. Berikut ini proses yang terjadi pada *delivery unit*.

- Lembaran karung panjang yang telah melewati bagian *upper roll* kemudian dilewatkan pada *finishing roll* hingga mencapai ketebalan diameter tertentu.
- Roll* pada bagian ini digerakkan oleh motor penggerak dengan sumber arus listrik dan disambungkan melalui bantuan *belt* pada *roll*.
- Hasil *roll* gulungan karung yang telah mencapai diameter tertentu kemudian dipanen oleh operator dan kemudian siap dipotong pada *cutting machine*.

4.4.1 Functional Block Diagram (FBD) Circular Loom Unit

Sistem kerja yang ada pada mesin *circular loom* tipe SBY-850X6S dibagi menjadi 3 bagian (*block*) yaitu *feeder unit*, *circular loom unit*, dan *delivery unit*. Namun penelitian ini hanya membahas bagian *circular loom unit* karena dianggap paling berpotensi menyebabkan *downtime*. Gambar 4.10 berikut merupakan *functional block diagram* komponen yang ada pada *circular loom unit*.



Gambar 4.10 Functional Block Diagram Sistem Circular Loom Unit

Sumber: CV. Absolutech Distrindo

Pada bagian *circular loom unit* energi penggerak berasal dari motor listrik yaitu berupa gerakan rotasi kemudian melalui *belt* disalurkan menuju *flywheel* untuk menggerakkan komponen *grommet band* dan *shuttle body* untuk proses penjahitan benang vertikal dan horizontal. Gerakan *grommet band* untuk melakukan proses perajutan benang vertikal. Sedangkan *shuttle body* bergerak rotasi untuk proses perajutan benang horizontal.

4.5 Metode Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dibutuhkan untuk mendukung proses pengolahan data. Berikut ini merupakan data-data yang diperlukan dalam penelitian ini.

1. Data Kualitatif

Data kualitatif merupakan data yang tidak berbentuk bilangan atau angka. Data kualitatif yang diperlukan antara lain:

- a) Data kerusakan komponen
- b) Data penyebab kerusakan
- c) Data akibat kerusakan

2. Data Kuantitatif

Data kuantitatif merupakan data-data yang berbentuk bilangan. Data kuantitatif yang diperlukan antara lain:

- 1) Data interval kerusakan
- 2) Data waktu perbaikan
- 3) Data biaya perawatan

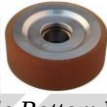
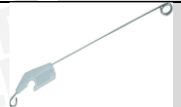
4.5.1 Data Kualitatif

Data kualitatif diperoleh berdasarkan hasil dari wawancara dan observasi secara langsung kepada bagian *maintenance* mesin *circular loom* di CV. Absolutech Distrindo.

4.5.1.1 Data Fungsi Komponen *Circular Loom Machine*

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara kepada bagian *maintenance* yang telah dilakukan pada saat penelitian maka didapatkan keterangan beberapa fungsi komponen pada setiap unit. Namun dalam penelitian ini tidak semua komponen akan diamati, hanya beberapa komponen yang dianggap kritis dan sering mengalami kerusakan atau penggantian berdasarkan hasil wawancara kepada teknisi. Penjelasan fungsi komponen kritis mesin *circular loom* dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Data Fungsi Komponen *Circular Loom Machine* SBY-850X6S

No.	Komponen	Fungsi Komponen
1	 Shuttle Body	Berfungsi sebagai <i>layer</i> utama dari <i>shuttle</i> untuk proses penenunan horizontal
2	 Brake Arm	Berfungsi sebagai pembatas sekaligus penahan benang ketika <i>shuttle</i> berputar
3	 Push Rubber Wheel	Berfungsi sebagai roda penahan <i>layer</i> atau <i>shuttle</i> ketika berputar untuk bagian samping yang memiliki tekanan lebih tinggi
4	 Shuttle Bottom Wheel	Berfungsi sebagai roda putar <i>layer</i> atau <i>shuttle</i> untuk bagian bawah
5	 Up Shuttle Wheel	Berfungsi sebagai roda putar <i>layer</i> atau <i>shuttle</i> bagian atas
6	 Grommet Band	Berfungsi sebagai tempat melewati benang tenun dari komponen <i>compensator</i> untuk menghasilkan gerakan silang pada benang tenun
7	 Shuttle Insertion	Berfungsi sebagai tuas penarik ketika <i>shuttle</i> berputar dan berhenti
8	 V-Belt	Berfungsi untuk menghubungkan <i>main motor</i> atau <i>dynamo</i> dengan <i>gearbox</i> mesin tenun
9	 Spring	Berfungsi sebagai penarik pegas pada proses penarikan benang oleh <i>compensator</i> dan <i>grommet band</i>
10	 Compensator	Berfungsi sebagai tuas penarik benang tenun

Sumber: CV. Absolutech Distrindo

4.6 Penentuan Komponen Kritis

Terdapat beberapa komponen yang dianggap kritis pada mesin *circular loom*, tetapi dalam tidak semua komponen kritis tersebut perlu dilakukan analisis. Oleh karena itu, akan dilakukan pemilihan komponen kritis yang memiliki prioritas penanganan terlebih dahulu sehingga pemeliharaan mesin tenun bisa lebih efektif dan terfokus. Penentuan komponen kritis ini didasarkan pada beberapa hal sebagai berikut:

1. Komponen yang memiliki pengaruh besar pada mesin sehingga apabila terjadi kerusakan dapat berpengaruh pada kinerja mesin dan kualitas produk akhir.
2. Kerusakan yang berdampak pada timbulnya *downtime* besar pada mesin sehingga mengganggu jalannya proses produksi dan berdampak pada kerugian perusahaan.
3. Frekuensi kerusakan komponen yang terjadi selama periode tertentu.

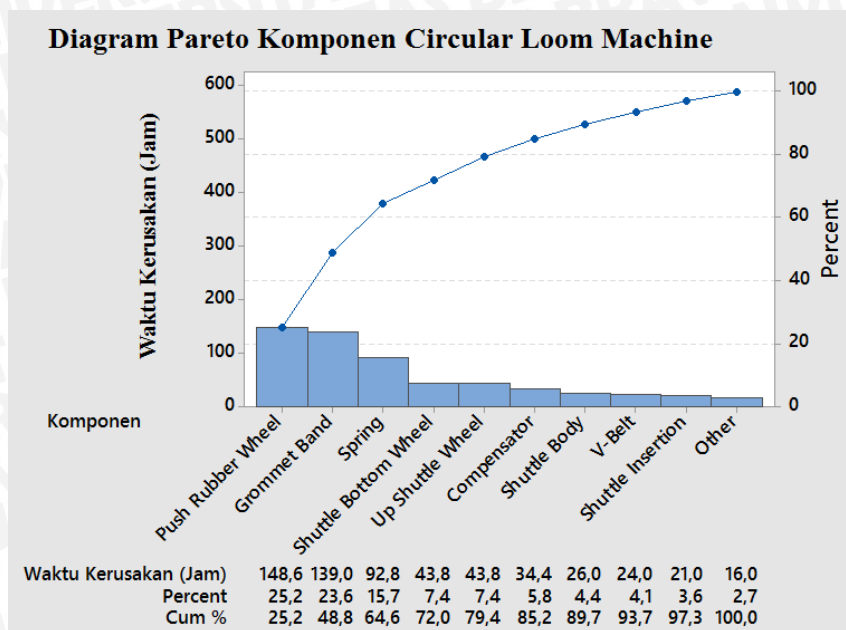
Namun penentuan komponen kritis pada penelitian ini hanya difokuskan pada komponen-komponen kritis yang ada pada bagian penenunan (*circular loom unit*), karena bagian ini merupakan bagian kritis yang sering mengalami kerusakan dan penggantian komponen sehingga akan menyebabkan terganggunya proses produksi dan menimbulkan *downtime*. Frekuensi kerusakan komponen kritis mesin *circular loom* dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Frekuensi Kerusakan Komponen *Circular Loom Machine* SBY-850X6S

Sistem	Subsistem	Komponen	Frekuensi	Waktu Kerusakan (Jam)
Circular Loom Machine SBY-860X6S	Circular Loom Unit	Push Rubber Wheel	103	148,6
	Circular Loom Unit	Grommet Band	32	139,04
	Circular Loom Unit	Spring	121	92,79
	Circular Loom Unit	Shuttle Bottom Wheel	51	43,75
	Circular Loom Unit	Up Shuttle Wheel	51	43,75
	Circular Loom Unit	Compensator	32	34,39
	Circular Loom Unit	Shuttle Body	6	26
	Circular Loom Unit	V-Belt	6	24
	Circular Loom Unit	Shuttle Insertion	5	20,99
	Circular Loom Unit	Brake Arm	16	16

Sumber: CV. Absolutech Distrindo

Berdasarkan frekuensi dan waktu kerusakan yang ditunjukkan Tabel 4.4 diatas, dapat ditentukan komponen kritis mesin *circular loom* dengan menggunakan pedoman dasar diagram pareto. Gambar 4.11 berikut ini menunjukkan diagram pareto dari waktu kerusakan (*downtime*) mesin *circular loom*.



Gambar 4.11 Diagram Pareto Komponen *Circular Loom Machine* SBY-850X6S
Sumber: CV. Absolutech Distrindo

Berdasarkan data yang ditampilkan pada Tabel 4.4 dan Gambar 4.11 diatas, maka sesuai dengan konsep diagram pareto (80:20), dapat diketahui terdapat 6 komponen kritis yang mencapai persentase 85,2% yaitu komponen *push rubber wheel*, *grommet band*, *spring*, *shuttle bottom wheel*, *up shuttle wheel*, dan *compensator*. Sehingga keenam komponen tersebut yang nantinya akan menjadi objek amatan dalam pengolahan data serta analisis dan pembahasan.

4.7 Pengolahan Data Kualitatif

Pengolahan data kualitatif dalam penelitian ini menggunakan dua metode yaitu *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *RCM II Decision Worksheet*.

4.7.1 *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Dalam pengolahan data kualitatif menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yang bertujuan mengidentifikasi masing-masing jenis kerusakan untuk setiap komponen kritis dengan mempertimbangkan risiko kerusakan fungsi komponen dan penentuan prioritas penanganannya. Pada penelitian ini analisis kualitatif dilakukan pada 6 komponen kritis yaitu *push rubber wheel*, *shuttle bottom wheel*, *up shuttle wheel*, *spring*, *compensator*, dan *grommet band*. Penilaian prioritas risiko kerusakan fungsi komponen didasarkan pada 4 kategori yaitu *severity* (keparahan kerusakan), *occurrence* (frekuensi kerusakan), *detection* (pendeteksian kerusakan), dan penentuan nilai RPN (*Risk Priority Number*).

Berikut ini merupakan hasil analisis FMEA yang dibuat berdasarkan hasil dari pengamatan dan wawancara langsung kepada bagian *maintenance*. Hasil tabel FMEA dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut ini.

Tabel 4.5 *Failure Mode and Effect Analysis* pada Komponen *Push Rubber Wheel*

No.	Failure	Failure Mode	Failure Effect
1	<i>Push rubber wheel</i> telah habis / tipis	- Kecepatan putar <i>shuttle wheel</i> terlalu cepat <i>Push rubber wheel</i> panas - Usia komponen <i>push rubber wheel</i>	- Merusak <i>shuttle body</i> - Posisi <i>shuttle body</i> tidak seimbang - Sering terjadi benang putus
2	<i>Shuttle bottom wheel</i> telah habis / tipis	- Lintasan putar <i>wheel</i> kotor / berdebu - Usia komponen <i>shuttle bottom wheel</i>	<i>Shuttle body</i> macet / tidak berputar - Merusak <i>insertion</i> / penarik <i>shuttle</i>
3	<i>Up shuttle wheel</i> telah habis / tipis	<i>Up shuttle wheel</i> panas - Usia komponen <i>shuttle bottom wheel</i>	- Merusak <i>shuttle body</i> - Posisi <i>shuttle body</i> tidak seimbang
4	<i>Spring</i> berkarat / usang	- Tidak diberi pelumas - Usia komponen <i>spring</i>	Gerakan pegas komponen <i>spring</i> terganggu / tidak seimbang
5	<i>Compensator</i> bengkok	- Pemasangan komponen tidak pas - Usia komponen <i>compensator</i>	<i>Compensator</i> sebagai penarik benang tidak bekerja - Benang tenun tersangkut / putus
6	<i>Grommet Band</i> tipis / mengelupas	- Gesekan pada <i>pulley</i> - Usia komponen <i>grommet band</i>	- Komponen <i>compensator</i> dan <i>spring</i> terlepas - Benang tenun tersangkut / putus

Sumber: Pengolahan Data

1. Perhitungan Nilai *Severity*

Nilai *severity* menunjukkan seberapa serius dampak yang ditimbulkan oleh suatu kerusakan terhadap proses selanjutnya. Penentuan nilai *severity* diperoleh dengan melakukan *brainstorming* kepada pihak perusahaan mengenai beberapa dampak yang ditimbulkan ketika terjadi kerusakan komponen. Penentuan lamanya waktu *downtime* tertinggi dan terendah berdasarkan hasil *brainstorming* menurut teknisi pada mesin *circular loom* tipe SBY-850X6S. Tabel 4.6 berikut ini akan menjelaskan nilai *severity* mengenai jenis kerusakan, penyebab kerusakan, dan dampaknya terhadap proses.

Tabel 4.6 Nilai *Severity* Setiap Kerusakan

No.	Failure	Failure Effect	Estimasi Downtime	(S)
1	<i>Push rubber wheel</i> telah habis / tipis	- Merusak <i>shuttle body</i> - Posisi <i>shuttle body</i> tidak seimbang - Sering terjadi benang putus	$\frac{1}{2}$ - < 1 jam	8
2	<i>Shuttle bottom wheel</i> telah habis / tipis	<i>Shuttle body</i> macet / tidak berputar - Merusak <i>insertion</i> / penarik <i>shuttle</i>	4 - < 8 jam	5
3	<i>Up shuttle wheel</i> telah habis / tipis	Merusak <i>shuttle body</i>	$\frac{1}{2}$ - < 1 jam	5

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 4.6 Nilai *Severity* Setiap Kerusakan (lanjutan)

No.	Failure	Failure Effect	Estimasi Downtime	(S)
4	Spring berkarat / usang	Gerakan pegas komponen <i>spring</i> terganggu / tidak seimbang	1 - < 2 jam	3
5	Compensator bengkok	- Compensator tidak bekerja - Benang tenun tersangkut / putus	1 - < 2 jam	6
6	Grommet Band tipis / mengelupas	- Compensator dan spring terlepas - Benang tenun tersangkut / putus	< ½ jam	4

Sumber: Pengolahan Data

Dari Tabel 4.6 dapat diketahui nilai *severity* tertinggi yaitu 8 pada permasalahan komponen *push rubber wheel* dengan kerusakan *rubber wheel* telah habis atau tipis.

2. Perhitungan Nilai Occurence

Nilai *occurrence* (O) menunjukkan seberapa sering suatu kerusakan tersebut terjadi. Penentuan nilai *occurrence* diperoleh dengan melakukan *brainstorming* kepada pihak perusahaan mengenai frekuensi kejadian kerusakan suatu komponen selama periode waktu tertentu. Penentuan frekuensi kerusakan tertinggi dan terendah berdasarkan hasil *brainstorming* menurut teknisi pada mesin *circular loom* tipe SBY-850X6S. Tabel 4.7 berikut ini akan menjelaskan nilai *occurrence* mengenai jenis kerusakan, penyebab kerusakan, dan dampaknya terhadap proses.

Tabel 4.7 Nilai *Occurrence* Setiap Kerusakan

No.	Failure	Failure Effect	Kejadian	(O)
1	<i>Push rubber wheel</i> telah habis / tipis	Merusak <i>shuttle body</i>	100 - 110 kali pertahun	8
		Posisi <i>shuttle body</i> tidak seimbang		
		Sering terjadi benang putus		
2	<i>Shuttle bottom wheel</i> telah habis / tipis	<i>Shuttle body</i> macet / tidak berputar	<100 kali pertahun	8
		Merusak <i>insertion</i> / penarik <i>shuttle</i>		
3	<i>Up shuttle wheel</i> telah habis / tipis	Merusak <i>shuttle body</i>	<75 kali pertahun	7
		Posisi <i>shuttle body</i> tidak seimbang		
4	Spring berkarat / usang	Gerakan pegas komponen <i>spring</i> terganggu / tidak seimbang	330 – 350 kali pertahun	9
5	Compensator bengkok	- Compensator sebagai penarik benang tidak bekerja - Benang tenun tersangkut / putus	<300 kali pertahun	8
6	Grommet Band tipis / mengelupas	- Komponen <i>compensator</i> dan spring terlepas - Benang tenun tersangkut / putus	330 – 350 kali pertahun	9

Sumber: Pengolahan Data

Dari Tabel 4.7 dapat diketahui nilai *occurrence* tertinggi yaitu 9 pada permasalahan komponen *spring* berkarat dan komponen *grommet band* mengelupas.

3. Perhitungan Nilai Detection

Nilai *detection* (D) menunjukkan bagaimana suatu sistem dapat mendeteksi adanya kejadian kerusakan yang terjadi selama proses produksi. Penentuan nilai *detection* diperoleh dengan melakukan *brainstorming* kepada pihak perusahaan mengenai sistem

dapat mendeteksi adanya kejadian kerusakan yang terjadi pada komponen *push rubber wheel*, *spring*, dan *grommet band*. Tabel 4.8 berikut ini akan menjelaskan nilai *detection* mengenai jenis kerusakan, penyebab kerusakan, dan dampaknya terhadap proses.

Tabel 4.8 Nilai *Detection* Setiap Kerusakan

No.	Failure	Failure Effect	Deteksi	(D)
1	<i>Push rubber wheel</i> telah habis / tipis	- Merusak <i>shuttle body</i> - Posisi <i>shuttle body</i> tidak seimbang - Sering terjadi benang putus	Diketahui ketika <i>shuttle</i> kocak atau longgar dan melihat <i>failure effect</i> yang terjadi	7
2	<i>Shuttle bottom wheel</i> telah habis / tipis	<i>Shuttle body</i> macet / tidak berputar - Merusak <i>insertion</i> / penarik <i>shuttle</i>	Diketahui ketika <i>shuttle</i> macet dan berbunyi kasar saat berputar	3
3	<i>Up shuttle wheel</i> telah habis / tipis	- Merusak <i>shuttle body</i> - Posisi <i>shuttle body</i> tidak seimbang	Diketahui ketika <i>shuttle</i> kocak atau longgar dan melihat <i>failure effect</i> yang terjadi	7
4	<i>Spring</i> berkarat / usang	Gerakan pegas komponen <i>spring</i> terganggu / tidak seimbang	Diketahui setelah <i>compensator</i> tidak bergerak secara pegas	5
5	<i>Compensator</i> bengkok	<i>Compensator</i> sebagai penarik benang tidak bekerja - Benang tenun tersangkut / putus	Diketahui setelah mesin berhenti secara tiba-tiba karena sensor mendeteksi adanya benang putus	4
6	<i>Grommet Band</i> tipis / mengelupas	- Komponen <i>compensator</i> dan <i>spring</i> terlepas - Benang tenun tersangkut / putus	Diketahui setelah salah satu komponen <i>compensator</i> atau <i>spring</i> terlepas dan mesin berhenti	7

Sumber: Pengolahan Data

Dari Tabel 4.8 diketahui nilai *detection* tertinggi yaitu 7 pada komponen *push rubber wheel* tipis, *up shuttle wheel* tipis, dan *grommet band* mengelupas.

4. Perhitungan *Risk Priority Number* (RPN)

Setelah melakukan perhitungan nilai *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D) dari masing-masing jenis kerusakan. Setelah itu dilakukan proses perhitungan nilai RPN untuk menentukan prioritas perbaikan yang akan dilakukan. Nilai RPN didapatkan dari perkalian antara nilai *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D).

Tabel 4.9 Nilai RPN Setiap Kerusakan

No.	Failure	Failure Mode	Failure Effect	S	O	D	RPN
1	<i>Push rubber wheel</i> telah habis / tipis	- Kecepatan putar <i>shuttle wheel</i> terlalu cepat <i>Push rubber wheel</i> panas - Usia komponen <i>push rubber wheel</i>	- Merusak <i>shuttle body</i> - Posisi <i>shuttle body</i> tidak seimbang - Sering terjadi benang putus	5	8	7	280

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 4.9 Nilai RPN Setiap Kerusakan (lanjutan)

No.	Failure	Failure Mode	Failure Effect	S	O	D	RPN
2	<i>Shuttle bottom wheel</i> telah habis / tipis	• Lintasan putar <i>wheel</i> kotor / berdebu • Usia komponen <i>shuttle bottom wheel</i>	• <i>Shuttle body</i> macet / tidak berputar • Merusak <i>insertion</i> / penarik <i>shuttle</i>	8	8	3	192
3	<i>Up shuttle wheel</i> telah habis / tipis	• <i>Up shuttle wheel</i> panas • Usia komponen <i>shuttle bottom wheel</i>	• Merusak <i>shuttle body</i> • Posisi <i>shuttle body</i> tidak seimbang	5	7	7	245
4	<i>Spring</i> berkarat / usang	• Tidak diberi pelumas • Usia komponen <i>spring</i>	• Gerakan pegas komponen <i>spring</i> terganggu / tidak seimbang	3	9	5	135
5	<i>Compensator</i> bengkok	• Pemasangan komponen tidak pas • Usia komponen <i>compensator</i>	• <i>Compensator</i> sebagai penarik benang tidak bekerja • Benang tenun tersangkut / putus	6	8	4	192
6	<i>Grommet Band</i> tipis / mengelupas	• Gesekan pada <i>pulley</i> • Usia komponen <i>grommet band</i>	• Komponen <i>compensator</i> dan <i>spring</i> terlepas • Benang tenun tersangkut / putus	4	9	7	252

Sumber: Pengolahan Data

Dari Tabel 4.9 diatas dapat diketahui bahwa nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi adalah 280 yaitu pada permasalahan komponen *push rubber wheel* tipis atau habis. Komponen *grommet band* tipis atau mengelupas memiliki nilai RPN sebesar 252. Komponen *up shuttle wheel* tipis atau habis memiliki nilai RPN sebesar 245. Komponen *shuttle bottom wheel* tipis dan komponen *compensator* bengkok memiliki nilai RPN sebesar 192. Dan nilai RPN terkecil pada komponen *spring* dengan jenis kerusakan komponen *spring* berkarat atau usang dengan nilai sebesar 135.

Setelah dilakukan perhitungan melalui beberapa tahap berdasarkan kategori yang ditentukan. Berikut ini merupakan hasil analisis FMEA komponen kritis pada mesin *circular loom* SBY-850X6S di CV. Absolutech Distrindo dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Hasil Analisis FMEA

FMEA WORKSHEET			SISTEM : SISTEM OPERASI CIRCULAR LOOM MACHINE SBY-850X6S									
			SUBSISTEM : CIRCULAR LOOM UNIT									
No.	Komponen	Function	Function Failure	Failure Mode	Failure Effect			S	O	D	RPN	
					Local	System	Plant					
1	Push Rubber Wheel	Berfungsi sebagai roda putar dari shuttle body / layer dan penahan bagian poros samping	Push Rubber Wheel telah habis / tipis	- Kecepatan putar shuttle wheel terlalu cepat - Push rubber wheel panas - Usia komponen push rubber wheel	- Dapat merusak shuttle body - Merusak komponen brake arm	Benang akan putus karena posisi shuttle body tidak seimbang / miring	- Mesin berhenti - Downtime akibat penggantian komponen	5	8	7	280	
2	Shuttle Bottom Wheel	Berfungsi sebagai penopang shuttle body / layer bagian bawah	Shuttle Bottom Wheel telah habis / tipis	- Lintasan putar wheel kotor / berdebu - Usia komponen shuttle bottom wheel	- Shuttle body macet / tidak berputar - Merusak insertion / penarik shuttle	Shuttle body tidak dapat berputar	- Mesin berhenti - Downtime akibat penggantian komponen	8	8	3	192	
3	Up Shuttle Wheel	Berfungsi sebagai roda putar dari shuttle body / layer dan penahan tekanan bagian atas	Up Shuttle Wheel telah habis / tipis	- Up shuttle wheel panas - Usia komponen shuttle bottom wheel	- Merusak shuttle body - Posisi shuttle body tidak seimbang	Benang akan putus karena posisi shuttle body tidak seimbang / miring	- Mesin berhenti - Downtime akibat penggantian komponen	5	7	7	245	
4	Spring	Berfungsi sebagai pegas dalam proses penenunan pada komponen compensator	Komponen spring berkarat / usang	- Tidak diberi pelumas - Usia komponen spring	Gaya pegas pada komponen compensator tidak bekerja	Komponen compensator sebagai penarik benang tidak bekerja dengan baik	- Mesin berhenti - Downtime akibat penggantian komponen - Benang putus	3	9	5	135	

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 4.10 Hasil Analisis FMEA (lanjutan)

FMEA WORKSHEET			SISTEM : SISTEM OPERASI CIRCULAR LOOM MACHINE SBY-850X6S								
			SUBSISTEM : CIRCULAR LOOM UNIT								
No.	Komponen	Function	Function Failure	Failure Mode	Failure Effect			S	O	D	RPN
					Local	System	Plant				
5	Compensator	Berfungsi sebagai tuas jarum yang menarik dan melewati benang pada proses penenunan	Komponen <i>compensator</i> bengkok	• Pemasangan komponen tidak pas • Usia komponen <i>compensator</i>	• Berpotensi mengakibatkan komponen <i>spring</i> terlepas atau longgar	• Permukaan hasil perajutan / penenunan lembaran karung tidak rapat	• Mesin berhenti • <i>Downtime</i> akibat penggantian komponen • Benang putus	6	8	4	192
6	Grommet Band	Berfungsi sebagai tempat melewati benang tenun dari komponen <i>compensator</i> untuk menghasilkan gerakan silang pada benang tenun	<i>Grommet Band</i> tipis / mengelupas / putus	• Gesekan pada <i>pulley</i> • Usia komponen <i>grammet band</i>	• Berpotensi menimbulkan kerusakan pada komponen lainnya	• Benang tenun mudah tersangkut karena gerakan tidak seimbang	• Mesin berhenti • <i>Downtime</i> akibat penggantian komponen • Benang putus	4	9	7	252

Sumber: Pengolahan Data

4.7.2 RCM II Information Worksheet

a. Failure Consequence

Kerusakan pada komponen mesin *circular loom* tipe SBY-850X6S akan mengakibatkan *downtime* mesin karena adanya waktu perbaikan atau waktu penggantian komponen mesin hingga mesin dapat beroperasi kembali. Hal ini akan mempengaruhi *output* produksi karung glangsing yang semakin sedikit dan berdampak pada kerugian perusahaan.

b. Proactive Task

Pada tahap ini akan dilakukan penentuan tindakan yang harus dilakukan perusahaan terhadap komponen-komponen kritis pada mesin *circular loom* tipe SBY-850X6S. Berdasarkan kondisi yang diperoleh, maka komponen-komponen kritis akan dilakukan tindakan penanganan dengan *scheduled on-condition maintenance task* yaitu dengan dilakukan pemeriksaan atau pendeteksian terhadap *potential failure* sehingga dapat mencegah terjadinya *functional failure* atau untuk menghindari konsekuensi dari *functional failure* atau kerusakan fungsi komponen.

c. Proposed Task

Setelah dilakukan kegiatan pemeriksaan terhadap komponen kritis, langkah selanjutnya yaitu dengan menentukan tindakan perawatan dengan tujuan agar kejadian kerusakan fungsi atau *functional failure* tidak terjadi kembali atau untuk meminimasi potensi terjadinya penyebab kerusakan. Setelah dilakukan analisis pada bagian *maintenance* atau teknisi mesin *circular loom* tipe SBY-850X6S maka dapat ditentukan tindakan aktivitas perawatan pada komponen-komponen kritis. Tindakan perawatan yang diberikan pada komponen kritis antara lain *scheduled restoration task* yaitu tindakan pemulihan kemampuan peralatan atau komponen pada saat atau sebelum batas umur yang ditetapkan, *scheduled discard task* yaitu tindakan mengganti peralatan atau komponen pada saat atau sebelum batas umur yang ditetapkan, dan *default action* dengan kategori *scheduled failure finding* yaitu melakukan *checking* secara periodik atau interval waktu tertentu terhadap komponen kritis.

Tabel 4.11 berikut ini adalah hasil dari RCM II Information Worksheet dari komponen kritis mesin *circular loom* SBY-850X6S.

Tabel 4.11 Hasil Analisis RCM II *Information Worksheet*

RCM INFORMATION WORKSHEET			SISTEM : SISTEM OPERASI CIRCULAR LOOM MACHINE SBY-850X6S					Facilitator :		Date :
			SUBSISTEM : CIRCULAR LOOM UNIT					Auditor :		Year :
No.	Komponen	Function	Function Failure	Failure Mode	Failure Effect			Failure Consequence	Proactive Task	Proposed Task
					Local	System	Plant			
1	Push Rubber Wheel	Berfungsi sebagai roda putar dari <i>shuttle body / layer</i> dan penahan bagian poros samping	Push Rubber Wheel telah habis / tipis	- Kecepatan putar <i>shuttle wheel</i> terlalu cepat - Push rubber wheel panas - Usia komponen push rubber wheel	- Dapat merusak <i>shuttle body</i> - Merusak komponen brake arm	Benang akan putus karena posisi <i>shuttle body</i> tidak seimbang / miring	- Mesin berhenti - Downtime akibat penggantian komponen	Operational consequence	Scheduled on-condition maintenance task	Scheduled discard task
2	Shuttle Bottom Wheel	Berfungsi sebagai penopang <i>shuttle body / layer</i> bagian bawah	Shuttle Bottom Wheel telah habis / tipis	- Lintasan putar wheel kotor / berdebu - Usia komponen shuttle bottom wheel	- Shuttle body macet / tidak berputar - Merusak insertion / penarik shuttle	Shuttle body tidak dapat berputar	- Mesin berhenti - Downtime akibat penggantian komponen	Operational consequence	Scheduled on-condition maintenance task	Scheduled discard task
3	Up Shuttle Wheel	Berfungsi sebagai roda putar dari <i>shuttle body / layer</i> dan penahan tekanan bagian atas	Up Shuttle Wheel telah habis / tipis	- Up shuttle wheel panas - Usia komponen shuttle bottom wheel	- Merusak shuttle body - Posisi shuttle body tidak seimbang	Benang akan putus karena posisi <i>shuttle body</i> tidak seimbang / miring	- Mesin berhenti - Downtime akibat penggantian komponen	Operational consequence	Scheduled on-condition maintenance task	Scheduled discard task

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 4.11 Hasil Analisis RCM II *Information Worksheet* (lanjutan)

RCM INFORMATION WORKSHEET			SISTEM : SISTEM OPERASI CIRCULAR LOOM MACHINE SBY-850X6S					Facilitator :		Date :
			SUBSISTEM : CIRCULAR LOOM UNIT					Auditor :		Year :
No.	Komponen	Function	Function Failure	Failure Mode	Failure Effect			Failure Consequence	Proactive Task	Proposed Task
					Local	System	Plant			
4	Spring	Berfungsi sebagai pegas dalam proses penenunan pada komponen <i>compensator</i>	Komponen <i>spring</i> berkarat / usang	- Tidak diberi pelumas - Usia komponen <i>spring</i>	Gaya pegas pada komponen <i>compensator</i> tidak bekerja	Komponen <i>compensator</i> sebagai penarik benang tidak bekerja dengan baik	- Mesin berhenti <i>Downtime</i> penggantian komponen - Benang putus	Operational consequence	Scheduled on-condition maintenance task	Scheduled restoration task
5	Compensator	Berfungsi sebagai tuas jarum yang menarik dan melewati benang pada proses penenunan	Komponen <i>compensator</i> bengkok	- Pemasangan komponen tidak pas - Usia komponen <i>compensator</i>	Berpotensi mengakibatkan komponen <i>spring</i> terlepas atau longgar	Permukaan hasil perajutan / penenunan lembaran karung tidak rapat	- Mesin berhenti <i>Downtime</i> akibat penggantian komponen - Benang putus	Operational consequence	Scheduled on-condition maintenance task	Scheduled discard task
6	Grommet Band	Berfungsi sebagai tempat melewati benang tenun dari komponen <i>compensator</i> untuk menghasilkan gerakan silang pada benang tenun	<i>Grommet Band</i> tipis / mengelupas / putus	- Gesekan pada <i>pulley</i> - Usia komponen <i>grommet band</i>	Berpotensi menimbulkan kerusakan pada komponen lainnya	Benang tenun mudah tersangkut karena gerakan tidak seimbang	- Mesin berhenti <i>Downtime</i> akibat penggantian komponen - Benang putus	Operational consequence	Scheduled on-condition maintenance task	Scheduled discard task

Sumber: Pengolahan Data

4.8 Data Kuantitatif

Data kuantitatif merupakan data-data angka atau bilangan yang dapat dihitung secara matematis. Data-data kuantitatif yang telah dikumpulkan adalah sebagai berikut.

4.8.1 Data TTR dan TTF Komponen *Push Rubber Wheel*

Data waktu perbaikan dan waktu antar kerusakan merupakan data kualitatif yang diperoleh dari data perawatan historis oleh bagian *maintenance*. Data *Time To Repair* (TTR) dan *Time To Failure* (TTF) dari komponen *push rubber wheel* dengan jenis kerusakan *rubber tipis* dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Data TTR dan TTF Komponen *Push Rubber Wheel*

No.	Tanggal	Produksi (Hari)	Komponen	Kerusakan	TTR (Jam)	TTF (Jam)
1	10/01/2015		<i>Push Rubber Wheel</i>	Tipis	3,12	
2	23/01/2015	11	<i>Push Rubber Wheel</i>	Tipis	2,95	259,66
3	06/02/2015	12	<i>Push Rubber Wheel</i>	Tipis	3,99	285,60
4	21/02/2015	11	<i>Push Rubber Wheel</i>	Tipis	2,3	262,03
5	04/03/2015	9	<i>Push Rubber Wheel</i>	Tipis	5,38	214,03
6	17/03/2015	10	<i>Push Rubber Wheel</i>	Tipis	1,19	238,12
7	27/03/2015	7	<i>Push Rubber Wheel</i>	Tipis	2,33	164,57
8	04/04/2015	6	<i>Push Rubber Wheel</i>	Tipis	3,45	111,99
9	13/04/2015	7	<i>Push Rubber Wheel</i>	Tipis	8,14	165,63
10	23/04/2015	9	<i>Push Rubber Wheel</i>	Tipis	3,64	211,59
11	02/05/2015	7	<i>Push Rubber Wheel</i>	Tipis	1,74	165,58
12	09/05/2015	6	<i>Push Rubber Wheel</i>	Tipis	2,43	111,24
13	17/05/2015	5	<i>Push Rubber Wheel</i>	Tipis	5,13	116,23
14	26/05/2015	7	<i>Push Rubber Wheel</i>	Tipis	5,19	165,60
15	04/06/2015	7	<i>Push Rubber Wheel</i>	Tipis	2,49	165,35
16	12/06/2016	7	<i>Push Rubber Wheel</i>	Tipis	2,66	164,99
17	24/06/2015	10	<i>Push Rubber Wheel</i>	Tipis	5,13	237,99
18	02/07/2015	7	<i>Push Rubber Wheel</i>	Tipis	2,82	165,58
19	11/07/2015	6	<i>Push Rubber Wheel</i>	Tipis	1,56	111,72
20	20/07/2015	5	<i>Push Rubber Wheel</i>	Tipis	1,97	116,23
21	29/07/2015	8	<i>Push Rubber Wheel</i>	Tipis	1,53	188,78
22	08/08/2015	9	<i>Push Rubber Wheel</i>	Tipis	3,67	213,38
23	22/08/2015	11	<i>Push Rubber Wheel</i>	Tipis	1,72	259,68
24	03/09/2015	10	<i>Push Rubber Wheel</i>	Tipis	2,55	238,10
25	10/09/2015	6	<i>Push Rubber Wheel</i>	Tipis	3,4	139,54
26	21/09/2015	9	<i>Push Rubber Wheel</i>	Tipis	3,07	211,07
27	01/10/2015	8	<i>Push Rubber Wheel</i>	Tipis	2,19	187,48
28	09/10/2015	7	<i>Push Rubber Wheel</i>	Tipis	6,1	163,21

Sumber: CV. Absolutech Distrindo

Tabel 4.12 Data TTR dan TTF Komponen *Push Rubber Wheel* (lanjutan)

No.	Tanggal	Produksi (Hari)	Komponen	Kerusakan	TTR (Jam)	TTF (Jam)
29	20/10/2015	8	<i>Push Rubber Wheel</i>	Tipis	1,29	188,56
30	30/10/2015	9	<i>Push Rubber Wheel</i>	Tipis	8,55	211,28
31	12/11/2015	11	<i>Push Rubber Wheel</i>	Tipis	4,23	201,83
32	23/11/2015	9	<i>Push Rubber Wheel</i>	Tipis	7,79	241,49
33	30/11/2015	6	<i>Push Rubber Wheel</i>	Tipis	4,61	111,60
34	11/12/2015	9	<i>Push Rubber Wheel</i>	Tipis	3,27	211,07
35	22/12/2015	7	<i>Push Rubber Wheel</i>	Tipis	1,33	164,74
36	30/12/2015	6	<i>Push Rubber Wheel</i>	Tipis	3,51	140,11
Rata-Rata					3,51	185,87

Sumber: CV. Absolutech Distrindo

Contoh perhitungan data TTF adalah sebagai berikut:

Time To Failure (TTF) untuk tanggal 23/01/2015

= (selisih hari produksi dengan kerusakan sebelumnya x 24 jam) – waktu perbaikan (TTR)
kerusakan sebelumnya

= (11 x 24 jam) - 3,12 = 259,66 jam

4.8.2 Data Biaya Perawatan

Data mengenai aktivitas perawatan yang diperhitungkan dalam penelitian ini adalah harga komponen dan biaya tenaga kerja. Data harga komponen kritis dan biaya tenaga kerja dapat dilihat pada Tabel 4.13 dan Tabel 4.14 berikut ini.

Tabel 4.13 Harga Komponen Kritis

No.	Komponen Kritis	Harga Komponen
1	<i>Push Rubber Wheel</i>	Rp 13.500
2	<i>Shuttle Bottom Wheel</i>	Rp 40.500
3	<i>Up Shuttle Wheel</i>	Rp 27.000
4	<i>Spring</i>	Rp 150.000
5	<i>Compensator</i>	Rp 300.000
6	<i>Grommet Band</i>	Rp 35.000

Sumber: CV. Absolutech Distrindo

Tabel 4.14 Biaya Tenaga Kerja

No.	Tenaga Kerja	Biaya Per Hari	Jumlah Tenaga Kerja
1	Tenaga Teknisi	Rp 100.000	2 orang
2	Operator	Rp 75.000	10 orang
3	Penjahit	Rp 56.000	6 orang

Sumber: CV. Absolutech Distrindo

4.8.3 Pengolahan Data Kuantitatif

Terdapat beberapa tahapan dalam melakukan pengolahan data kuantitatif yaitu penentuan distribusi waktu antar kerusakan, lamanya waktu perbaikan, penentuan interval perawatan, dan penentuan biaya aktivitas perawatan.

4.8.3.1 Penentuan Jenis Distribusi dan Nilai Parameter Data *Time To Repair* (TTR)

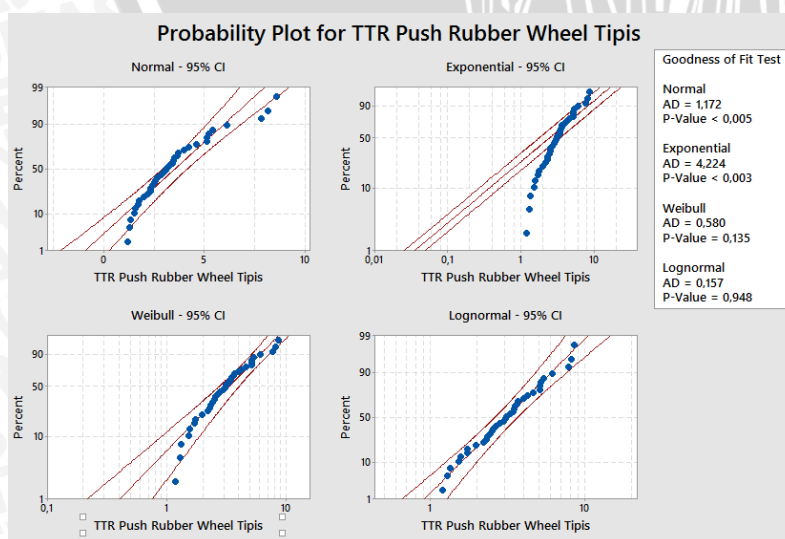
Push Rubber Wheel Tipis

Penentuan distribusi data *Time To Repair* (TTR) pada komponen *push rubber wheel* dengan jenis kerusakan *rubber wheel* tipis diduga berdistribusi lognormal. Pendugaan jenis distribusi ini didasarkan atas karakteristik distribusi lognormal yang memiliki nilai parameter yang semakin tinggi seiring dengan berjalannya waktu atau masa pakai komponen sehingga sangat sesuai digunakan untuk menggambarkan laju kerusakan (Rausand, 2004:45). Oleh karena itu, distribusi lognormal banyak digunakan dalam menganalisis keandalan dari suatu komponen. Berikut ini adalah formulasi hipotesis dari data TTR *push rubber wheel* tipis.

H_0 : Data TTR *push rubber wheel* tipis berdistribusi lognormal

H_1 : Data TTR *push rubber wheel* tipis tidak berdistribusi lognormal

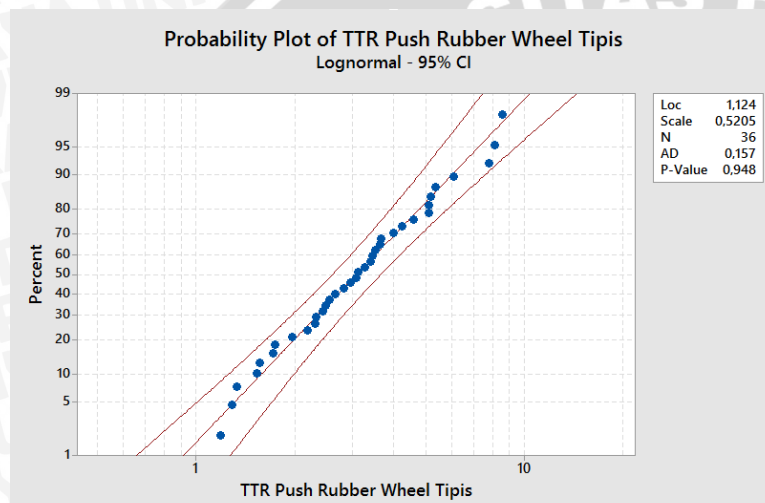
Pemilihan jenis distribusi data kerusakan dilakukan dengan melihat *output* dengan bantuan *software* Minitab 17.0 yaitu jenis distribusi data yang memiliki nilai AD terkecil dan nilai *p-value* $\geq 0,05$. Pemelihan metode ini berdasarkan analisis statistik yang dikembangkan oleh Theodore Wilbur Anderson dan Donald A. Darling pada tahun 1954. Berikut ini merupakan hasil perbandingan dari pengujian keempat jenis distribusi data kerusakan dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Hasil Perbandingan Distribusi Data TTR *Push Rubber Wheel* Tipis
Sumber: Pengolahan Data

Dari Gambar 4.12 dapat diketahui perbandingan nilai parameter AD dan nilai dari p -value dari keempat jenis distribusi data kerusakan. Dapat dilihat bahwa nilai AD terkecil dari keempat jenis distribusi adalah nilai AD pada distribusi lognormal sehingga dapat disimpulkan bahwa distribusi yang sesuai dengan data TTR *push rubber wheel* tipis adalah distribusi lognormal.

Langkah selanjutnya yaitu melakukan pengujian menggunakan *goodness of fit test* untuk mengetahui kesesuaian antara hipotesis yang diduga dengan jenis distribusi data. *Goodness of fit test* dilakukan dengan menggunakan *software* Minitab 17.0. Jika nilai dari p -value $\geq 0,05$ maka H_0 diterima. Gambar 4.13 berikut ini adalah hasil pengujian *goodness of fit test* data TTR *push rubber wheel* tipis.



Gambar 4.13 *Goodness Of Fit Test* Data TTR *Push Rubber Wheel* Tipis
Sumber: Pengolahan Data

Dari Gambar 4.13 dapat diketahui bahwa data TTR *push rubber wheel* tipis memiliki nilai p -value sebesar 0,948. Karena nilai p -value $\geq 0,05$ maka dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima yaitu data TTR *push rubber wheel* tipis berdistribusi lognormal. Setelah mengidentifikasi jenis distribusi selanjutnya dapat diketahui nilai parameter dari distribusi data TTR *push rubber wheel* tipis. Dari Gambar 4.13 dapat diketahui bahwa parameter lokasi (μ) memiliki nilai sebesar 1,124 dan nilai parameter skala (β) sebesar 0,5205. Nilai parameter lokasi dan nilai parameter skala akan digunakan dalam perhitungan *Mean Time To Repair* (MTTR) untuk komponen *push rubber wheel*.

4.8.3.2 Penentuan Jenis Distribusi dan Nilai Parameter Data *Time To Failure* (TTF)

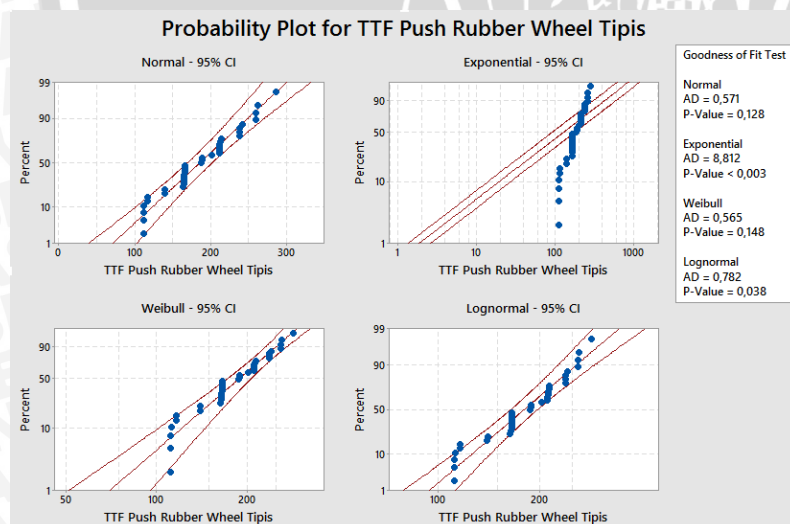
Push Rubber Wheel Tipis

Pada penentuan jenis distribusi dari data kerusakan, tahap pertama yaitu membuat hipotesis yang sesuai untuk masing-masing jenis kerusakan. Untuk data TTF komponen *push rubber wheel* tipis diduga berdistribusi *weibull*. Pendugaan jenis distribusi ini didasarkan atas karakteristik distribusi *weibull* yang memiliki nilai parameter bentuk yang dapat menggambarkan kenaikan dan penurunan dari aktivitas perbaikan dan laju kerusakan (Ebeling, 1997:58). Oleh karena itu, distribusi *weibull* banyak digunakan dalam menganalisis keandalan dari suatu komponen. Berikut ini formulasi hipotesis dari distribusi data TTF *push rubber wheel* tipis adalah sebagai berikut:

H_0 : Data TTF *push rubber wheel* tipis berdistribusi *weibull*

H_1 : Data TTF *push rubber wheel* tipis tidak berdistribusi *weibull*

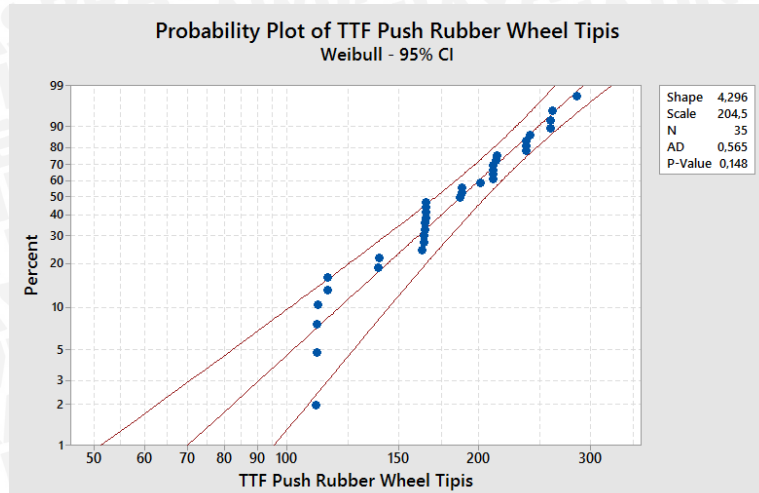
Pemilihan jenis distribusi data kerusakan dilakukan dengan melihat *output* dengan bantuan *software* Minitab 17.0 yaitu jenis distribusi data yang memiliki nilai AD terkecil dan nilai *p-value* $\geq 0,05$. Pemilihan metode ini berdasarkan analisis statistik yang dikembangkan oleh Theodore Wilbur Anderson dan Donald A. Darling pada tahun 1954. Berikut ini merupakan hasil perbandingan dari pengujian keempat jenis distribusi data kerusakan dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Hasil Perbandingan Distribusi Data TTF *Push Rubber Wheel* Tipis
Sumber: Pengolahan Data

Dari Gambar 4.14 dapat diketahui perbandingan nilai parameter AD dan nilai dari *p-value* dari keempat jenis distribusi data kerusakan. Dapat dilihat bahwa nilai AD terkecil dari keempat jenis distribusi adalah nilai AD pada distribusi *weibull* sehingga dapat disimpulkan bahwa distribusi yang sesuai dengan data TTF *push rubber wheel* tipis adalah distribusi *weibull*.

Langkah selanjutnya yaitu melakukan pengujian menggunakan *goodness of fit test* untuk mengetahui kesesuaian antara hipotesis yang diduga dengan jenis distribusi data. *Goodness of fit test* dilakukan dengan menggunakan *software* Minitab 17.0. Jika nilai dari $p\text{-value} \geq 0,05$ maka H_0 diterima. Gambar 4.15 berikut ini adalah hasil pengujian *goodness of fit test* data TTF *push rubber wheel* tipis.



Gambar 4.15 *Goodness Of Fit Test* Data TTF *Push Rubber Wheel* Tipis
Sumber: Pengolahan Data

Dari Gambar 4.15 dapat diketahui bahwa data TTF *push rubber wheel* tipis memiliki nilai $p\text{-value}$ sebesar 0,148. Karena nilai $p\text{-value} \geq 0,05$ maka dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima yaitu data TTF *push rubber wheel* tipis berdistribusi *weibull*. Setelah mengidentifikasi jenis distribusi selanjutnya dapat diketahui nilai parameter distribusi data TTF *push rubber wheel* tipis. Dari Gambar 4.15 dapat diketahui nilai parameter bentuk (α) memiliki nilai sebesar 4,296 dan nilai parameter skala (β) sebesar 204,5. Nilai parameter bentuk dan nilai parameter skala akan digunakan dalam perhitungan *Mean Time To Failure* (MTTF) untuk komponen *push rubber wheel*.

4.8.3.3 Pengujian Jenis Distribusi (*Goodness of Fit Test*) Data *Time To Repair* (TTR) *Push Rubber Wheel* Tipis

Sesuai dengan jenis distribusi suatu karakteristik data kerusakan dalam aplikasi penggunaannya maka data TTR *push rubber wheel* tipis diduga berdistribusi lognormal. Untuk memastikan kebenaran pendugaan jenis distribusi data kerusakan merupakan distribusi lognormal, maka akan dilakukan uji *goodness of fit* menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Hipotesis dan perhitungannya adalah sebagai berikut.

1. Formulasi Hipotesis

H_0 : Data TTR *push rubber wheel* tipis berdistribusi lognormal

H_1 : Data TTR *push rubber wheel* tipis tidak berdistribusi lognormal

2. Penentuan Nilai α (taraf nyata) dan Nilai D_{crit}

$$\alpha = 0,05$$

$$n = 36$$

$$D_{\text{crit}} = D_{0,05,36} = 0,2212$$

3. Kriteria Pengujian

H_0 diterima jika $D_{\text{hitung}} \leq D_{\text{crit}}$

H_0 ditolak jika $D_{\text{hitung}} > D_{\text{crit}}$

4. Uji Statistik

Berikut ini merupakan uji *Kolmogorov-Smirnov* data TTR *push rubber wheel* tipis.

Contoh perhitungan uji *Kolmogorov-Smirnov* dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Uji *Kolmogorov-Smirnov* TTR *Push Rubber Wheel* Tipis

i	t_i	$\ln(t_i)$	F_{kum}	$F_n(t_i)$	$z = \frac{t_i - \bar{t}}{s}$	$F_0(t_i)$	$ F_n(t_i) - F_0(t_i) $
1	1,19	0,1740	1	0,0278	-1,8252	0,0340	0,0062
2	1,29	0,2546	2	0,0556	-1,6702	0,0474	0,0081
3	1,33	0,2852	3	0,0833	-1,6116	0,0535	0,0298
4	1,53	0,4253	4	0,1111	-1,3424	0,0897	0,0214
5	1,56	0,4447	5	0,1389	-1,3051	0,0959	0,0430
6	1,72	0,5423	6	0,1667	-1,1176	0,1319	0,0348
7	1,74	0,5539	7	0,1944	-1,0953	0,1367	0,0578
8	1,97	0,6780	8	0,2222	-0,8568	0,1958	0,0265
9	2,19	0,7839	9	0,2500	-0,6535	0,2567	0,0067
10	2,3	0,8329	10	0,2778	-0,5593	0,2880	0,0102
11	2,33	0,8459	11	0,3056	-0,5344	0,2965	0,0090
12	2,43	0,8879	12	0,3333	-0,4537	0,3250	0,0083
13	2,49	0,9123	13	0,3611	-0,4068	0,3421	0,0190
14	2,55	0,9361	14	0,3889	-0,3611	0,3590	0,0299
15	2,66	0,9783	15	0,4167	-0,2799	0,3898	0,0269
16	2,82	1,0367	16	0,4444	-0,1677	0,4334	0,0110
17	2,95	1,0818	17	0,4722	-0,0812	0,4677	0,0046
18	3,07	1,1217	18	0,5000	-0,0046	0,4982	0,0018
19	3,12	1,1378	19	0,5278	0,0265	0,5106	0,0172
20	3,27	1,1848	20	0,5556	0,1167	0,5464	0,0091
21	3,4	1,2238	21	0,5833	0,1916	0,5760	0,0074
22	3,45	1,2384	22	0,6111	0,2196	0,5869	0,0242
23	3,51	1,2556	23	0,6389	0,2528	0,5998	0,0391
24	3,64	1,2920	24	0,6667	0,3226	0,6265	0,0402

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 4.15 Uji Kolmogorov-Smirnov TTR Push Rubber Wheel Tipis (lanjutan)

i	t_i	$\ln(t_i)$	F_{kum}	$F_n(t_i)$	$z = \frac{t_i - \bar{t}}{s}$	$F_0(t_i)$	$ F_n(t_i) - F_0(t_i) $
25	3,67	1,3002	25	0,6944	0,3384	0,6325	0,0620
26	3,99	1,3838	26	0,7222	0,4990	0,6911	0,0311
27	4,23	1,4422	27	0,7500	0,6112	0,7295	0,0205
28	4,61	1,5282	28	0,7778	0,7765	0,7813	0,0035
29	5,13	1,6351	29	0,8056	0,9818	0,8369	0,0313
30	5,13	1,6351	30	0,8333	0,9818	0,8369	0,0036
31	5,19	1,6467	31	0,8611	1,0041	0,8423	0,0188
32	5,38	1,6827	32	0,8889	1,0732	0,8584	0,0305
33	6,1	1,8083	33	0,9167	1,3145	0,9057	0,0110
34	7,79	2,0528	34	0,9444	1,7843	0,9628	0,0184
35	8,14	2,0968	35	0,9722	1,8687	0,9692	0,0031
36	8,55	2,1459	36	1,0000	1,9632	0,9752	0,0248

Sumber: Pengolahan Data

Contoh perhitungan pada $i = 1,19$

$$\ln(t_1) = \ln(1,19) = 0,1740$$

$$F_{kum}(t_1) = 1$$

$$F_n(t_1) = \frac{1}{36} = 0,0278$$

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^{36} t_i}{n} = \frac{40,4657}{36} = 1,1240$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{36} (t_i - \bar{t})^2}{n-1}} = \sqrt{0,271} = 0,5205$$

$$z = \frac{t_i - \bar{t}}{s} = \frac{0,1740 - 1,1240}{0,5205} = -1,8252$$

$$F_0(t_1) = F(z < z_1) = F(z < -1,8252) = 0,0340$$

$$|F_n(t_1) - F_0(t_1)| = |0,0278 - 0,0340| = 0,0062$$

$$D_{hitung} = \max \{0,0062; 0,0081; 0,0298; \dots; 0,0248\} = 0,0620$$

5. Penarikan Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka dapat diketahui nilai $D_{hitung} \leq D_{critic}$ ($0,0620 \leq 0,2212$) sehingga disimpulkan H_0 diterima yaitu data TTR push rubber wheel tipis berdistribusi lognormal.

4.8.3.4 Pengujian Jenis Distribusi (Goodness of Fit Test) Data Time To Failure (TTF)

Push Rubber Wheel Tipis

Sesuai dengan jenis distribusi suatu karakteristik data kerusakan dalam aplikasi penggunaannya, maka data TTF push rubber wheel tipis diduga berdistribusi weibull.

Untuk memastikan kebenaran pendugaan jenis distribusi data kerusakan merupakan distribusi *weibull*, maka akan dilakukan uji *goodness of fit* menggunakan uji *Mann*. Hipotesis dan perhitungannya adalah sebagai berikut.

1. Formulasi Hipotesis

H_0 : Data TTF *push rubber wheel* tipis berdistribusi *weibull*

H_1 : Data TTF *push rubber wheel* tipis tidak berdistribusi *weibull*

2. Penentuan Nilai α (taraf nyata) dan Nilai M_{tabel}

$$\alpha = 0,05$$

$$k_1 = \frac{r}{2} = \frac{35}{2} = 17,5 \quad v_1 \rightarrow (2)(17,5) = 35$$

$$k_2 = \frac{r-1}{2} = \frac{35-1}{2} = 17 \quad v_2 \rightarrow (2)(17) = 34$$

$$F_{\text{tabel}} = F_{0,05,35,34} = 1,7669$$

3. Kriteria Pengujian

H_0 diterima jika $F_{\text{hitung}} \leq F_{\text{tabel}}$

H_0 ditolak jika $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$

4. Uji Statistik

Berikut ini adalah uji *Mann* data TTF *push rubber wheel* tipis. Contoh perhitungan uji *Mann* data TTF *push rubber wheel* tipis dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Uji Mann TTF Push Rubber Wheel Tipis

i	t_i	$\ln(t_i)$	Z_i	M_i	$\ln(t_i+1)-\ln(t_i)$	$\frac{\ln(t_i+1) - \ln(t_i)}{M_i}$
1	111,24	4,7117	-4,2485	1,1131	0,0032	0,0029
2	111,60	4,7149	-3,1353	0,5257	0,0011	0,0020
3	111,72	4,7160	-2,6096	0,3517	0,0024	0,0069
4	111,99	4,7184	-2,2579	0,2670	0,0372	0,1392
5	116,23	4,7556	-1,9909	0,2168	0,0000	0,0000
6	116,23	4,7556	-1,7741	0,1836	0,1828	0,9954
7	139,54	4,9384	-1,5905	0,1601	0,0041	0,0255
8	140,11	4,9424	-1,4303	0,1427	0,1526	1,0692
9	163,21	5,0950	-1,2876	0,1293	0,0083	0,0642
10	164,57	5,1033	-1,1583	0,1188	0,0010	0,0087
11	164,74	5,1044	-1,0395	0,1103	0,0015	0,0137
12	164,99	5,1059	-0,9292	0,1034	0,0022	0,0211
13	165,35	5,1081	-0,8258	0,0977	0,0014	0,0142
14	165,58	5,1095	-0,7280	0,0930	0,0000	0,0000
15	165,58	5,1095	-0,6350	0,0891	0,0001	0,0014
16	165,60	5,1096	-0,5459	0,0859	0,0002	0,0021
17	165,63	5,1098	-0,4600	0,0833	0,1239	1,4883
18	187,48	5,2337	-0,3768	0,0811	0,0057	0,0708
19	188,56	5,2394	-0,2956	0,0795	0,0012	0,0147

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 4.16 Uji Mann TTF Push Rubber Wheel Tipis (lanjutan)

i	t _i	ln(t _i)	Z _i	M _i	ln(t _{i+1})-ln(t _i)	$\frac{\ln(t_i + 1) - \ln(t_i)}{M_i}$
20	188,78	5,2406	-0,2161	0,0783	0,0668	0,8539
21	201,83	5,3074	-0,1379	0,0775	0,0448	0,5776
22	211,07	5,3522	-0,0604	0,0772	0,0000	0,0000
23	211,07	5,3522	0,0168	0,0773	0,0010	0,0129
24	211,28	5,3532	0,0940	0,0779	0,0015	0,0188
25	211,59	5,3547	0,1719	0,0790	0,0084	0,1066
26	213,38	5,3631	0,2509	0,0808	0,0030	0,0376
27	214,03	5,3661	0,3318	0,0835	0,1061	1,2707
28	237,99	5,4722	0,4153	0,0873	0,0005	0,0053
29	238,10	5,4727	0,5025	0,0926	0,0001	0,0009
30	238,12	5,4728	0,5951	0,1002	0,0141	0,1403
31	241,49	5,4868	0,6953	0,1115	0,0725	0,6507
32	259,66	5,5594	0,8068	0,1296	0,0001	0,0006
33	259,68	5,5595	0,9364	0,1631	0,0090	0,0552
34	262,03	5,5685	1,0996	0,2485	0,0861	0,3465
35	285,60	5,6546	1,3481			

Sumber: Pengolahan Data

Contoh perhitungan pada $i = 111,24$

$$\ln(t_i) = \ln(111,24) = 4,7117$$

$$Z_i = \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1-0,5}{35+0,25} \right) \right]$$

$$= -4,2485$$

$$M_i = Z_2 - Z_1 = -3,1353 - (-4,2485)$$

$$= 1,1131$$

$$\ln(t_2) - \ln(t_1) = 4,7149 - 4,7117 = 0,0032$$

$$\frac{\ln(t_2) - \ln(t_1)}{M_i} = \frac{0,0032}{1,1131}$$

$$= 0,0029$$

$$F_{hitung} = \frac{k_1 \sum_{i=k_1+1}^{r-1} \left[\frac{(\ln t_{i+1} - \ln t_i)}{M_i} \right]}{k_2 \sum_{i=1}^{k_1} \left[\frac{(\ln t_{i+1} - \ln t_i)}{M_i} \right]} = \frac{(17,5)(4,1631)}{(17)(3,8548)}$$

$$= 1,1117$$

5. Penarikan Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka dapat diketahui nilai $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ ($1,1117 \leq 1,7669$) sehingga disimpulkan H_0 diterima yaitu data TTF push rubber wheel tipis berdistribusi *weilbull*.

4.8.3.5 Rekapitulasi Pengujian Jenis Distribusi (*Goodness of Fit Test*) Data *Time To Failure* (TTF) dan *Time To Repair* (TTR)

Berikut ini merupakan rekapitulasi hasil pengujian hipotesis masing-masing jenis distribusi data kerusakan TTF dan TTR. Tabel 4.17 berikut ini merupakan rekapitulasi pengujian hipotesis masing-masing data kerusakan.

Tabel 4.17 Hasil Rekapitulasi Pengujian Hipotesis

Komponen	TTF		Keterangan	Distribusi	TTR		Keterangan	Distribusi
	F hitung	F tabel			D hitung	D tabel		
Push Rubber Wheel	1,1116	$F_{0,05;35;34}$ 1,7670	H ₀ Diterima	Weibull	0,0620	$D_{0,05;36}$ 0,2212	H ₀ Diterima	Lognormal
Shuttle Bottom Wheel	1,0400	$F_{0,05;37;36}$ 1,7383	H ₀ Diterima	Weibull	0,0914	$D_{0,05;38}$ 0,2154	H ₀ Diterima	Lognormal
Up Shuttle Wheel	1,2375	$F_{0,05;28;27}$ 1,8975	H ₀ Diterima	Weibull	0,1296	$D_{0,05;29}$ 0,2457	H ₀ Diterima	Lognormal
Spring	1,5642	$F_{0,05;51;50}$ 1,5967	H ₀ Diterima	Weibull	0,0810	$D_{0,05;52}$ 0,1886	H ₀ Diterima	Lognormal
Compensator	1,2016	$F_{0,05;68;67}$ 1,4972	H ₀ Diterima	Weibull	0,0490	$D_{0,05;69}$ 0,1637	H ₀ Diterima	Lognormal
Grommet Band	1,8347	$F_{0,05;31;30}$ 1,8376	H ₀ Diterima	Weibull	0,1000	$D_{0,05;32}$ 0,2342	H ₀ Diterima	Lognormal

Sumber: Pengolahan Data

4.8.3.6 Perhitungan Nilai Parameter Data *Time To Repair* (TTR) Push Rubber Wheel Tipis

Perhitungan nilai parameter *Time To Repair* (TTR) komponen push rubber wheel tipis dengan jenis distribusi lognormal diolah menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\mu = \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n \ln(x_i)}{n}$$

$$\beta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\ln(x_i) - \frac{\sum_{i=1}^n \ln(x_i)}{n})^2}{n-1}}$$

Tabel 4.18 Perhitungan Parameter TTR Push Rubber Wheel Tipis

i	t _i	ln(t _i)	ln(t _i)-mean(ln(t _i))	(ln(t _i)-mean(ln(t _i))) ²
1	1,19	0,1740	-0,9501	0,9027
2	1,29	0,2546	-0,8694	0,7559
3	1,33	0,2852	-0,8389	0,7037
4	1,53	0,4253	-0,6988	0,4883
5	1,56	0,4447	-0,6794	0,4615
6	1,72	0,5423	-0,5817	0,3384
7	1,74	0,5539	-0,5702	0,3251
8	1,97	0,6780	-0,4460	0,1989

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 4.18 Perhitungan Parameter TTR *Push Rubber Wheel Tipis* (lanjutan)

i	t _i	ln(t _i)	ln(t _i)-mean(ln(t _i))	(ln(t _i)-mean(ln(t _i))) ²
9	2,19	0,7839	-0,3401	0,1157
10	2,3	0,8329	-0,2911	0,0848
11	2,33	0,8459	-0,2782	0,0774
12	2,43	0,8879	-0,2362	0,0558
13	2,49	0,9123	-0,2118	0,0448
14	2,55	0,9361	-0,1880	0,0353
15	2,66	0,9783	-0,1457	0,0212
16	2,82	1,0367	-0,0873	0,0076
17	2,95	1,0818	-0,0422	0,0018
18	3,07	1,1217	-0,0024	0,0000
19	3,12	1,1378	0,0138	0,0002
20	3,27	1,1848	0,0607	0,0037
21	3,4	1,2238	0,0997	0,0099
22	3,45	1,2384	0,1143	0,0131
23	3,51	1,2556	0,1316	0,0173
24	3,64	1,2920	0,1679	0,0282
25	3,67	1,3002	0,1761	0,0310
26	3,99	1,3838	0,2597	0,0675
27	4,23	1,4422	0,3182	0,1012
28	4,61	1,5282	0,4042	0,1634
29	5,13	1,6351	0,5111	0,2612
30	5,13	1,6351	0,5111	0,2612
31	5,19	1,6467	0,5227	0,2732
32	5,38	1,6827	0,5586	0,3121
33	6,1	1,8083	0,6842	0,4682
34	7,79	2,0528	0,9288	0,8627
35	8,14	2,0968	0,9727	0,9462
36	8,55	2,1459	1,0219	1,0442

Sumber: Pengolahan Data

Perhitungan nilai parameter μ dan β adalah sebagai berikut:

$$\mu = \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n \ln(x_i)}{n} = \frac{(40,4657)}{36} = 1,1240$$

$$\beta = \sqrt{\frac{\left(\sum_{i=1}^n (\ln(x_i) - \frac{\sum_{i=1}^n \ln(x_i)}{n})\right)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{9,4834}{36-1}} = 0,5205$$

Keterangan: μ = parameter lokasi β = parameter skala

4.8.3.7 Perhitungan Nilai Parameter Data *Time To Failure* (TTF) *Push Rubber Wheel*

Tipis

Perhitungan nilai parameter data *Time To Failure* (TTF) komponen *push rubber wheel* tipis dengan jenis distribusi *weibull* diolah menggunakan rumus sebagai berikut:

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

$$a = \bar{y} - b \cdot \bar{x}$$

$$\alpha = b$$

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

Tabel 4.19 Perhitungan Parameter TTF *Push Rubber Wheel* Tipis

i	t _i	x _i	y _i	f(t _i)	x _i ²	y _i ²	x _i y _i
1	111,24	4,7117	-3,9134	0,0946	22,2000	15,3148	-18,4388
2	111,6	4,7149	-3,0116	0,2297	22,2305	9,0696	-14,1994
3	111,71	4,7159	-2,5341	0,3649	22,2398	6,4214	-11,9504
4	111,99	4,7184	-2,2037	0,5000	22,2634	4,8562	-10,3979
5	116,23	4,7556	-1,9488	0,6351	22,6155	3,7977	-9,2675
6	116,23	4,7556	-1,7397	0,7703	22,6155	3,0267	-8,2735
7	139,54	4,9384	-1,5615	0,9054	24,3873	2,4384	-7,7114
8	140,11	4,9424	-1,4054	1,0405	24,4276	1,9750	-6,9459
9	163,21	5,0950	-1,2657	1,1757	25,9594	1,6019	-6,4487
10	164,56	5,1033	-1,1387	1,3108	26,0434	1,2967	-5,8113
11	164,74	5,1044	-1,0219	1,4459	26,0546	1,0443	-5,2162
12	164,99	5,1059	-0,9132	1,5811	26,0701	0,8339	-4,6627
13	165,35	5,1081	-0,8111	1,7162	26,0923	0,6580	-4,1434
14	165,58	5,1095	-0,7146	1,8514	26,1065	0,5106	-3,6511
15	165,58	5,1095	-0,6225	1,9865	26,1065	0,3876	-3,1809
16	165,6	5,1096	-0,5343	2,1216	26,1078	0,2855	-2,7299
17	165,63	5,1098	-0,4491	2,2568	26,1096	0,2017	-2,2949
18	187,48	5,2337	-0,3665	2,3919	27,3913	0,1343	-1,9182
19	188,55	5,2394	-0,2859	2,5270	27,4509	0,0818	-1,4982
20	188,78	5,2406	-0,2070	2,6622	27,4637	0,0428	-1,0846
21	201,83	5,3074	-0,1291	2,7973	28,1688	0,0167	-0,6853
22	211,06	5,3521	-0,0520	2,9324	28,6454	0,0027	-0,2784
23	211,06	5,3521	0,0248	3,0676	28,6454	0,0006	0,1327
24	211,28	5,3532	0,1018	3,2027	28,6566	0,0104	0,5448
25	211,59	5,3547	0,1794	3,3378	28,6723	0,0322	0,9605
26	213,38	5,3631	0,2582	3,4730	28,7626	0,0667	1,3847
27	214,03	5,3661	0,3389	3,6081	28,7952	0,1148	1,8185
28	237,99	5,4722	0,4223	3,7432	29,9453	0,1784	2,3110
29	238,1	5,4727	0,5096	3,8784	29,9503	0,2597	2,7888
30	238,11	5,4727	0,6023	4,0135	29,9508	0,3627	3,2960
31	241,49	5,4868	0,7027	4,1486	30,1053	0,4938	3,8555

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 4.19 Perhitungan Parameter TTF *Push Rubber Wheel* Tipis (lanjutan)

i	t _i	x _i	y _i	f(t _i)	x _i ²	y _i ²	x _i y _i
32	259,65	5,5593	0,8146	4,2838	30,9062	0,6637	4,5289
33	259,68	5,5595	0,9453	4,4189	30,9075	0,8935	5,2551
34	262,03	5,5685	1,1106	4,5541	31,0077	1,2334	6,1842
35	285,6	5,6546	1,3670	4,6892	31,9744	1,8686	7,7296

Sumber: Pengolahan Data

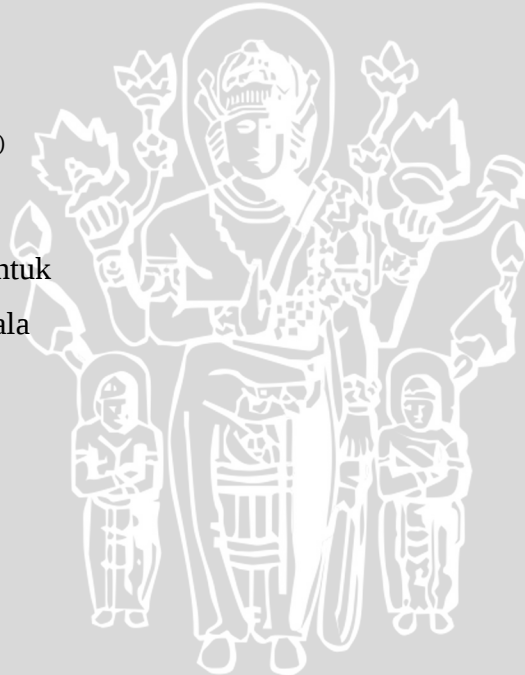
Perhitungan nilai parameter α dan β adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Gradien } b &= \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} \\ &= \frac{(35)(-89,9980) - (181,6161)(-19,4526)}{(35)(945,0266) - (181,6161)^2} \\ &= 4,1846\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}a &= \bar{y} - b \cdot \bar{x} = (-0,5558) - (4,1846)(5,1890) \\ &= -22,27\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\alpha &= b \\ &= 4,1847\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\beta &= e^{\frac{a}{b}} = e^{\left(\frac{-22,27}{4,1847}\right)} \\ &= 204,76\end{aligned}$$

Keterangan: α = parameter bentuk β = parameter skala

4.8.3.8 Rekapitulasi Perhitungan Nilai Parameter Data *Time To Failure* (TTF) dan *Time To Repair* (TTR)

Berikut ini merupakan rekapitulasi perhitungan nilai parameter dari masing-masing jenis distribusi data kerusakan TTR dan TTF. Tabel 4.20 merupakan rekapitulasi perhitungan nilai parameter masing-masing data kerusakan.

Tabel 4.20 Hasil Rekapitulasi Pengujian Hipotesis

Jenis Kerusakan	Keterangan	Distribusi	Nilai Parameter		
			μ (lokasi)	β (skala)	α (bentuk)
Push Rubber Wheel Tipis	TTR	Lognormal	1,124	0,5205	
	TTF	Weibull		204,5	4,296
Shuttle Bottom Wheel Tipis	TTR	Lognormal	1,513	0,5063	
	TTF	Weibull		205,5	3,951
Up Shuttle Wheel Tipis	TTR	Lognormal	1,266	0,6405	
	TTF	Weibull		265,4	4,314
Spring Berkarat	TTR	Lognormal	0,9254	0,5017	
	TTF	Weibull		164,7	4,015
Compensator Bengkok	TTR	Lognormal	0,5374	0,2704	
	TTF	Weibull		152	3,611
Grommet Band Mengelupas	TTR	Lognormal	1,415	0,3153	
	TTF	Weibull		196,9	3,992

Sumber: Pengolahan Data

Dari Tabel 4.20 diatas, dapat diperoleh informasi mengenai jenis distribusi dan nilai parameter TTR dan TTF dari masing-masing jenis kerusakan. Simbol μ menunjukkan parameter lokasi untuk distribusi lognormal. Simbol β merupakan nilai parameter skala. Simbol α merupakan nilai parameter bentuk untuk distribusi *weibull*.

4.8.3.9 Perhitungan Nilai *Mean Time To Repair* (MTTR) Komponen Kritis Mesin *Circular Loom SBY-850X6S*

Setelah mengetahui jenis distribusi data kerusakan, selanjutnya adalah melakukan perhitungan *Mean Time To Repair* (MTTR) setiap komponen kritis. Berdasarkan hasil pengujian jenis distribusi data TTR yaitu data berdistribusi lognormal. Maka untuk perhitungan MTTR diolah dengan menggunakan rumus persamaan (2-43). Berikut ini merupakan contoh perhitungan nilai MTTR komponen *push rubber wheel*.

$$MTTR = e^{v + \frac{\lambda^2}{2}}$$

$$MTTR = e^{1,124 + \frac{0,5205^2}{2}}$$

$$MTTR = e^{1,2594}$$

$$MTTR = 3,52 \text{ jam}$$

Hasil rekapitulasi perhitungan nilai MTTR dapat dilihat pada Tabel 4.21 berikut ini.

Tabel 4.21 Rekapitulasi Nilai MTTR

Kerusakan Komponen	MTTR (Jam)
Push Rubber Wheel Tipis	3,52
Shuttle Bottom Wheel Tipis	5,16
Up Shuttle Wheel Tipis	4,35
Spring Berkarat	2,86
Compensator Bengkok	1,77
Grommet Band Mengelupas	4,32

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan rekapitulasi nilai MTTR pada Tabel 4.21, diperoleh informasi nilai MTTR setiap komponen kritis. Nilai MTTR tertinggi terdapat pada komponen *shuttle bottom wheel* sebesar 5,16 jam, *up shuttle wheel* sebesar 4,35 jam, *grommet band* sebesar 4,32 jam, *push rubber wheel* sebesar 3,52 jam, *spring* sebesar 2,87 jam, dan nilai MTTR terkecil pada komponen *compensator* sebesar 1,77 jam.

4.8.3.10 Perhitungan Nilai Mean Time To Failure (MTTF) Komponen Kritis Mesin Circular Loom SBY-850X6S

Setelah mengetahui jenis distribusi dari data kerusakan, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan *Mean Time To Failure* (MTTF) setiap komponen kritis. Berdasarkan hasil pengujian jenis distribusi data TTF yaitu data berdistribusi *weibull*. Maka untuk perhitungan MTTF diolah dengan menggunakan rumus persamaan (2-37). Berikut ini merupakan contoh perhitungan nilai MTTF komponen *push rubber wheel*.

$$\begin{aligned}
 \text{MTTF} &= \theta \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \\
 \text{MTTF} &= 204,5 \times \Gamma\left(1 + \frac{1}{4,296}\right) \\
 \text{MTTF} &= 204,5 \times \Gamma(1,2327) \\
 \text{MTTF} &= 204,5 \times 0,9114 \\
 \text{MTTF} &= 186,38 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Hasil rekapitulasi perhitungan nilai MTTF dapat dilihat pada Tabel 4.22 berikut ini.

Tabel 4.22 Rekapitulasi Nilai MTTF

Kerusakan Komponen	MTTF (Jam)
Push Rubber Wheel Tipis	186,38
Shuttle Bottom Wheel Tipis	186,42
Up Shuttle Wheel Tipis	241,93
Spring Berkarat	149,54
Compensator Bengkok	137,13
Grommet Band Mengelupas	178,72

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan rekapitulasi nilai MTTF pada Tabel 4.22 diatas, diperoleh informasi nilai MTTF setiap komponen kritis. Nilai MTTF tertinggi terdapat pada komponen *up shuttle wheel* sebesar 241,93 jam, *shuttle bottom wheel* sebesar 186,42 jam, *push rubber wheel* sebesar 186,38 jam, *grommet band* sebesar 178,72 jam, *spring* sebesar 149,54 jam, dan nilai MTTF terkecil pada komponen *compensator* sebesar 137,13 jam.

4.8.3.11 Perhitungan Interval Perawatan (TM) dan Total Biaya Perawatan (TC)

Setelah melakukan pengolahan data kualitatif dan kuantitatif terhadap jenis data kerusakan. Langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan total biaya perawatan optimal. Untuk melakukan perhitungan tersebut sebelumnya harus diketahui biaya kerugian produksi akibat kerusakan dan total biaya perawatan untuk masing-masing jenis kerusakan pada komponen kritis mesin *circular loom* SBY-850X6S.

1. Biaya Tenaga Kerja

Biaya tenaga kerja adalah biaya yang dikeluarkan untuk operasional mesin dan melakukan aktivitas perawatan. Biaya tenaga teknisi dikeluarkan ketika terjadi kerusakan dan penggantian yang bersifat *breakdown* atau *corrective*. Sedangkan biaya operator dikeluarkan untuk operasional mesin dan aktivitas perawatan secara *preventive*. Tabel 4.23 merupakan penjelasan dari biaya tenaga kerja perawatan.

Tabel 4.23 Biaya Tenaga Kerja

No.	Tenaga Kerja	Jumlah Gaji / Hari	Jumlah Gaji / Bulan	Jumlah Tenaga Kerja
1	Tenaga Teknisi	Rp 100.000.-	Rp 2.600.000.-	2 orang
2	Operator	Rp 225.000.-	Rp 5.850.000.-	3 orang

Sumber: CV. Absolutech Distrindo

2. Biaya Kerugian Produksi

Biaya kerugian produksi merupakan biaya yang timbul akibat kerusakan komponen dan terjadi *downtime*. Sehingga menyebabkan perusahaan tidak dapat beroperasi dan berakibat kerugian produksi (*loss production*) karena harus menunggu mesin diperbaiki. Berikut ini merupakan penjelasan mengenai dampak terjadinya kerusakan atau *downtime* terhadap kerugian hasil produksi karung glangsing.

Produksi karung glangsing perhari = 1098 karung/hari

Jika Harga Pokok Produksi karung glangsing Rp. 1380/karung sehingga biaya kerugian produksi perhari adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 C_o &= \text{Produksi karung perhari} \times \text{HPP karung} \\
 &= 1098 \text{ karung} \times \text{Rp } 1.380,- \\
 &= \text{Rp } 1.515.240,-
 \end{aligned}$$

3. Biaya Aktivitas Perawatan

Biaya aktivitas perbaikan adalah biaya yang dikeluarkan untuk melaksanakan aktivitas perawatan. Yang termasuk dalam biaya ini adalah biaya kerugian produksi, biaya penggantian komponen yang mengalami kerusakan, dan biaya tenaga *maintenance* yang dapat dilihat pada Tabel 4.24.

Tabel 4.24 Biaya Kerugian Produksi dan Biaya Penggantian Komponen

Jenis Kerusakan	Kerugian Produksi / Hari	Biaya Komponen
<i>Push Rubber Wheel</i> Tipis	Rp 1.515.240	Rp 13.500
<i>Shuttle Bottom Wheel</i> Tipis	Rp 1.515.240	Rp 40.500
<i>Up Shuttle Wheel</i> Tipis	Rp 1.515.240	Rp 27.000
<i>Spring</i> Berkarat	Rp 1.515.240	Rp 150.000
<i>Compensator</i> Bungkuk	Rp 1.515.240	Rp 300.000
<i>Grommet Band</i> Mengelupas	Rp 1.515.240	Rp 35.000

Sumber: CV. Absolutech Distrindo

4. Biaya Perawatan *Failure* (C_F) dan Biaya Perawatan *Preventive* (C_M)

Biaya perawatan timbul ketika terjadi kerusakan komponen dan membutuhkan adanya penggantian. Sehingga berpengaruh pada lamanya waktu yang dibutuhkan untuk melakukan perbaikan pada komponen tersebut. Dalam hal ini waktu perbaikan *preventive* relatif lebih cepat dibandingkan dengan perbaikan ketika telah terjadi *failure*. Penjelasan mengenai waktu perbaikan *preventive* dan perbaikan *failure* dapat dilihat pada Tabel 4.25.

Tabel 4.25 Waktu Perbaikan *Preventive* dan Waktu Perbaikan *Failure*

Jenis Kerusakan	T_p (Jam)	T_r (Jam)
<i>Push Rubber Wheel</i> Tipis	1	1,44
<i>Shuttle Bottom Wheel</i> Tipis	0,96	1,25
<i>Up Shuttle Wheel</i> Tipis	0,75	1
<i>Spring</i> Berkarat	0,38	0,76
<i>Compensator</i> Bungkuk	0,27	0,53
<i>Grommet Band</i> Mengelupas	0,85	1,15

Sumber: CV. Absolutech Distrindo

Keterangan: T_p = Waktu standar perbaikan *preventive*

T_r = Waktu standar perbaikan *failure*

Tahap selanjutnya adalah melakukan perhitungan biaya perbaikan untuk komponen *push rubber wheel*.

Diketahui : Biaya penggantian komponen = Rp 13.500.-

Biaya teknisi = Rp 100.000.-

Biaya kerugian produksi = Rp 1.515.240.-

Berikut ini merupakan hasil perhitungan biaya perbaikan *corrective* (C_F) dan biaya perbaikan *preventive* (C_M).

$$\begin{aligned} C_F \text{ Corrective} &= (\text{Biaya Komponen} + (\text{Biaya Teknisi} + \text{Kerugian Produksi}) \times T_r) \\ &= (13.500 + (100.000 + 1.515.240) \times 1,44) \\ &= \text{Rp } 2.339.446,- \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_M \text{ Preventive} &= (\text{Biaya Komponen} + (\text{Biaya Teknisi} + \text{Kerugian Produksi}) \times T_p) \\ &= (13.500 + (100.000 + 1.515.240) \times 1,00) \\ &= \text{Rp } 1.628.740,- \end{aligned}$$

Hasil perhitungan biaya perbaikan *corrective* dan *preventive* (C_F dan C_M) komponen kritis mesin *circular loom* SBY-850X6S dapat dilihat pada Tabel 4.26.

Tabel 4.26 Biaya Perbaikan (C_F dan C_M)

Jenis Kerusakan	C_F Corrective	C_M Preventive
Push Rubber Wheel Tipis	Rp 2.339.446	Rp 1.628.740
Shuttle Bottom Wheel Tipis	Rp 2.059.550	Rp 1.591.130
Up Shuttle Wheel Tipis	Rp 1.642.240	Rp 1.238.430
Spring Berkarat	Rp 1.377.582	Rp 763.791
Compensator Bengkok	Rp 1.156.077	Rp 736.115
Grommet Band Mengelupas	Rp 1.892.526	Rp 1.407.954

Sumber: Pengolahan Data

5. Interval Waktu Perawatan

Langkah selanjutnya adalah menentukan interval waktu perawatan dari setiap komponen kritis pada mesin *circular loom* SBY-850X6S. Berikut ini contoh perhitungan interval waktu perawatan (T_M) untuk komponen *push rubber wheel*.

$$\begin{aligned} T_M &= \theta \left[\frac{C_M}{C_F(\beta-1)} \right]^{\frac{1}{\beta}} \\ &= 204,5 \left[\frac{1.628.740}{2.339.446(4,296-1)} \right]^{\frac{1}{4,296}} \\ &= 142,4 \text{ jam} \end{aligned}$$

Tabel 4.27 Jumlah Penggantian Komponen Untuk Setiap Aktivitas Perawatan

Komponen	Jumlah Komponen
Push Rubber Wheel	12 $\bar{X}_{\max} = 12$; $\bar{X}_{\min} = 1$
Shuttle Bottom Wheel	24 $\bar{X}_{\max} = 24$; $\bar{X}_{\min} = 1$
Up Shuttle Wheel	12 $\bar{X}_{\max} = 12$; $\bar{X}_{\min} = 1$
Spring	780 $\bar{X}_{\max} = 780$; $\bar{X}_{\min} = 1$
Compensator	780 $\bar{X}_{\max} = 780$; $\bar{X}_{\min} = 1$
Grommet Band	130 $\bar{X}_{\max} = 130$; $\bar{X}_{\min} = 1$

Sumber: CV. Absolutech Distrindo

Keterangan : $\bar{X}_{\max}$ = jumlah maksimal komponen yang diganti

$\bar{X}_{\min}$ = jumlah minimal komponen yang diganti

Berikut ini contoh perhitungan rata-rata jumlah penggantian komponen *push rubber wheel* untuk setiap aktivitas perawatan yang dihitung berdasarkan Tabel 4.27.

$$\begin{aligned}\text{Jumlah rata-rata komponen } push rubber wheel \text{ yang diganti} &= \frac{(max - min)}{2} + 1 \\ &= \frac{(12 - 1)}{2} + 1 \\ &= 7 \text{ komponen}\end{aligned}$$

Tabel 4.28 Berikut ini merupakan rekapitulasi perhitungan interval perawatan (TM) untuk setiap komponen kritis beserta jumlah komponen untuk setiap kali penggantian pada aktivitas perawatan mesin *circular loom* SBY-850X6S.

Tabel 4.28 Interval Perawatan (TM) dan Jumlah Komponen

Jenis Kerusakan	TM (Jam)	Jumlah Komponen
Push Rubber Wheel Tipis	142,4	7
Shuttle Bottom Wheel Tipis	146,38	13
Up Shuttle Wheel Tipis	188,3	7
Spring Berkarat	108,03	391
Compensator Bengkok	102,83	391
Grommet Band Mengelupas	138,94	66

Sumber: Pengolahan Data

Dari Tabel 4.28 diatas dapat diperoleh informasi mengenai nilai interval waktu perawatan setiap komponen kritis. Nilai interval perawatan (TM) komponen *push rubber wheel* sebesar 142,4 jam untuk perawatan 7 buah komponen. Nilai interval perawatan (TM) komponen *shuttle bottom wheel* sebesar 146,38 jam untuk perawatan 13 buah komponen. Nilai interval perawatan (TM) komponen *up shuttle wheel* sebesar 188,3 jam untuk perawatan 7 buah komponen. Nilai interval perawatan (TM) komponen *spring* sebesar 108,03 jam untuk perawatan 391 buah komponen. Nilai interval perawatan (TM) komponen *compensator* sebesar 102,83 jam untuk perawatan 391 buah komponen. Nilai interval perawatan (TM) komponen *grommet band* sebesar 138,94 jam untuk perawatan 66 buah komponen.

6. Total Biaya Perawatan

Setelah mengetahui biaya perawatan *preventive* (C_M) dan *corrective* (C_F) serta interval waktu perawatan (TM) dari masing-masing komponen kritis. Langkah selanjutnya adalah menghitung TC optimal setiap komponen kritis. Berikut ini adalah rumus perhitungan TC optimal untuk komponen *push rubber wheel* dengan jenis kerusakan *rubber wheel* tipis.

$$TC = (P(TTF \leq TM) C_F) + (P(TTF > TM) C_M)$$

Berikut ini adalah langkah perhitungan TC komponen *push rubber wheel*.

a. Perhitungan Probabilitas Rusak

Perhitungan probabilitas rusak pada komponen *push rubber wheel* dengan jenis kerusakan *rubber wheel* tipis adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} P(TTF \leq TM) &= \int_0^{TM} f(t) dt \\ &= \int_0^{TM} \frac{\alpha}{\beta} \left(\frac{t}{\beta}\right)^{\alpha-1} \exp\left[-\left(\frac{t}{\beta}\right)^{\alpha}\right] dt \\ &= \int_0^{125} \frac{4,296}{204,5} \left(\frac{t}{204,5}\right)^{4,296-1} \exp\left[-\left(\frac{t}{204,5}\right)^{4,296}\right] dt \\ &= 0,1136 \end{aligned}$$

b. Perhitungan Probabilitas Masih Baik

Berikut ini adalah perhitungan probabilitas komponen masih baik pada komponen *push rubber wheel* dengan jenis kerusakan *rubber wheel* tipis.

$$\begin{aligned} P(TTF > TM) &= \int_{TM}^{\infty} f(t) dt \\ &= \int_{TM}^{\infty} \frac{\alpha}{\beta} \left(\frac{t}{\beta}\right)^{\alpha-1} \exp\left[-\left(\frac{t}{\beta}\right)^{\alpha}\right] dt \\ &= 1 - P(TTF \leq TM) \\ &= 0,8864 \end{aligned}$$

c. Biaya Perbaikan *Corrective*

$$\begin{aligned} C_F &= (P(TTF \leq TM) C_F) \\ C_F &= 0,1136 \times 2.339.446 \times \frac{8760}{125} \\ C_F &= \text{Rp } 18.624.532,- \end{aligned}$$

d. Biaya Perbaikan *Preventive*

$$\begin{aligned} C_M &= (P(TTF > TM) C_M) \\ C_M &= 0,8864 \times 1.628.740 \times \frac{8760}{125} \\ C_M &= \text{Rp } 101.175.557,- \end{aligned}$$

e. Perhitungan TC

$$\begin{aligned} TC &= (P(TTF \leq TM) C_F) + (P(TTF > TM) C_M) \times \frac{8760}{TM} \\ TC &= ((0,1136 \times 2.339.446) + (0,8864 \times 1.628.740)) \times \frac{8760}{125} \\ &= \text{Rp } 119.800.089,- \end{aligned}$$

Tabel 4.28 berikut ini merupakan hasil rekapitulasi perhitungan penjadwalan waktu perawatan komponen kritis mesin *circular loom* SBY-850X6S.

Tabel 4.29 Rekapitulasi Jadwal Penggantian Komponen Kritis

Jenis Kerusakan	TM	Probabilitas Rusak	Probabilitas Baik	C _F	C _M	TC
Push Rubber Wheel Tipis	125	0,1136	0,8864	Rp 18.624.532	Rp 101.175.557	Rp 119.800.089
	140	0,1782	0,8218	Rp 26.085.353	Rp 83.751.765	Rp 109.837.118
	155	0,2621	0,7379	Rp 34.653.921	Rp 67.923.754	Rp 102.577.675
	170	0,3637	0,6363	Rp 43.844.128	Rp 53.403.395	Rp 97.247.523
Shuttle Bottom Wheel Tipis	130	0,151	0,849	Rp 20.956.080	Rp 91.027.836	Rp 111.983.915
	145	0,2228	0,7772	Rp 27.721.941	Rp 74.709.300	Rp 102.431.241
	160	0,3106	0,6894	Rp 35.023.369	Rp 60.056.660	Rp 95.080.029
	175	0,4114	0,5886	Rp 42.413.361	Rp 46.880.484	Rp 89.293.845
Up Shuttle Wheel Tipis	160	0,1065	0,8935	Rp 9.575.696	Rp 60.582.912	Rp 70.158.608
	175	0,1528	0,8472	Rp 12.561.053	Rp 52.519.849	Rp 65.080.902
	190	0,2106	0,7894	Rp 15.945.770	Rp 45.073.273	Rp 61.019.043
	205	0,2798	0,7202	Rp 19.635.166	Rp 38.113.148	Rp 57.748.315
Spring Berkarat	75	0,0416	0,9584	Rp 6.693.508	Rp 85.499.642	Rp 92.193.150
	90	0,0845	0,9155	Rp 11.330.156	Rp 68.060.415	Rp 79.390.571
	105	0,1513	0,8487	Rp 17.388.868	Rp 54.080.869	Rp 71.469.737
	120	0,2445	0,7555	Rp 24.587.779	Rp 42.124.230	Rp 66.712.010
Compensator Bengkok	70	0,059	0,941	Rp 8.535.813	Rp 86.684.458	Rp 95.220.272
	85	0,1153	0,8847	Rp 13.737.298	Rp 67.116.107	Rp 80.853.405
	100	0,1978	0,8022	Rp 20.031.673	Rp 51.728.789	Rp 71.760.463
	115	0,3059	0,6941	Rp 26.938.448	Rp 38.920.092	Rp 65.858.541
Grommet Band Mengelupas	110	0,0932	0,9068	Rp 14.046.534	Rp 101.674.349	Rp 115.720.883
	125	0,1504	0,8496	Rp 19.947.285	Rp 83.829.536	Rp 103.776.821
	140	0,226	0,774	Rp 26.762.481	Rp 68.187.614	Rp 94.950.095
	155	0,3193	0,6807	Rp 34.151.767	Rp 54.164.735	Rp 88.316.502

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 4.30 berikut ini merupakan hasil rekapitulasi jadwal penggantian komponen berdasarkan nilai interval waktu perawatan (TM) setiap komponen kritis.

Tabel 4.30 Rekapitulasi TC Berdasarkan Interval Perawatan (TM)

Jenis Kerusakan	TM (Jam)	Probabilitas Rusak	Probabilitas Baik	C _F	C _M	TC
Push Rubber Wheel Tipis	142,4	0,1904	0,8096	Rp 27.401.479	Rp 81.117.840	Rp 108.519.320
Shuttle Bottom Wheel Tipis	146,38	0,2303	0,7697	Rp 28.384.983	Rp 73.290.827	Rp 101.675.810
Up Shuttle Wheel Tipis	188,3	0,2034	0,7966	Rp 15.539.655	Rp 45.895.019	Rp 61.434.673
Spring Berkarat	108,03	0,168	0,832	Rp 18.766.643	Rp 51.529.711	Rp 70.296.354
Compensator Bengkok	102,83	0,2163	0,7837	Rp 21.302.355	Rp 49.145.037	Rp 70.447.392
Grommet Band Mengelupas	138,94	0,2201	0,7799	Rp 26.262.660	Rp 69.231.573	Rp 95.494.233

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 4.31 berikut ini merupakan hasil rekapitulasi jadwal penggantian komponen berdasarkan nilai *Mean Time To Failure* (MTTF) setiap komponen kritis.

Tabel 4.31 Rekapitulasi TC Berdasarkan *Mean Time To Failure* (MTTF)

Jenis Kerusakan	MTTF (Jam)	Probabilitas Rusak	Probabilitas Baik	C _F	C _M	TC
Push Rubber Wheel Tipis	186,38	0,4889	0,5111	Rp 53.757.342	Rp 39.125.729	Rp 92.883.071
Shuttle Bottom Wheel Tipis	186,42	0,4936	0,5064	Rp 47.770.424	Rp 37.862.656	Rp 85.633.079
Up Shuttle Wheel Tipis	241,93	0,4886	0,5114	Rp 29.053.902	Rp 22.932.245	Rp 51.986.147
Spring Berkarat	149,54	0,4926	0,5074	Rp 39.751.976	Rp 22.702.404	Rp 62.454.380
Compensator Bengkok	137,13	0,4981	0,5019	Rp 36.785.360	Rp 23.601.216	Rp 60.386.576
Grommet Band Mengelupas	178,72	0,493	0,507	Rp 45.731.950	Rp 34.988.665	Rp 80.720.616

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan Tabel diatas, diperoleh informasi mengenai biaya perawatan setiap komponen kritis. C_F merupakan biaya perbaikan ketika terjadi *failure*, C_M merupakan biaya perbaikan *preventive*, dan TC merupakan total biaya aktivitas perawatan *preventive* dan *corrective*. Tabel 4.30 adalah rekapitulasi biaya perawatan berdasarkan interval waktu perawatan (TM). Tabel 4.31 merupakan rekapitulasi biaya perawatan berdasarkan *Mean Time To Failure* (MTTF). Dari kedua tabel diatas, dapat dilihat nilai TC tertinggi terdapat pada komponen *push rubber wheel*. Hal ini dikarenakan frekuensi kerusakan komponen *push rubber wheel* cukup tinggi dibandingkan dengan komponen kritis lainnya serta harga komponen yang cukup mahal.

4.8.4 Perhitungan Keandalan Komponen Kritis Berdasarkan Interval Waktu Perawatan Mesin *Circular Loom* SBY-850X6S

Setelah melakukan perhitungan interval waktu perawatan (TM), selanjutnya dilakukan perhitungan keandalan setiap komponen kritis. Keandalan setiap komponen dihitung berdasarkan nilai *Mean Time to Failure* (MTTF) dan interval waktu perawatan (TM). Perhitungan keandalan ini nantinya akan dijadikan sebagai pertimbangan dalam pemilihan waktu perawatan optimal. Berikut ini adalah contoh perhitungan keandalan untuk komponen *push rubber wheel*.

Keandalan *push rubber wheel* berdasarkan *Mean Time To Failure* (MTTF).

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

$$R(\text{MTTF}) = \exp\left[-\left(\frac{186,38}{204,5}\right)^{4,296}\right] = 0,5110$$

Keandalan *push rubber wheel* berdasarkan Interval Waktu Perawatan (TM).

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

$$R(\text{TM}) = \exp\left[-\left(\frac{142,4}{204,5}\right)^{4,296}\right] = 0,8095$$

Tabel 4.32 berikut merupakan hasil rekapitulasi perhitungan keandalan komponen berdasarkan *Mean Time To Failure* (MTTF) dan Interval Waktu Perawatan (TM).

Tabel 4.32 Perbandingan Keandalan Komponen Kritis

Jenis Komponen	R (MTTF)	R (TM)
<i>Push Rubber Wheel</i>	0,5110	0,8095
<i>Shuttle Bottom Wheel</i>	0,5179	0,7922
<i>Up Shuttle Wheel</i>	0,5113	0,7965
<i>Spring</i>	0,5073	0,8319
<i>Compensator</i>	0,5018	0,7836
<i>Grommet Band</i>	0,5069	0,7798

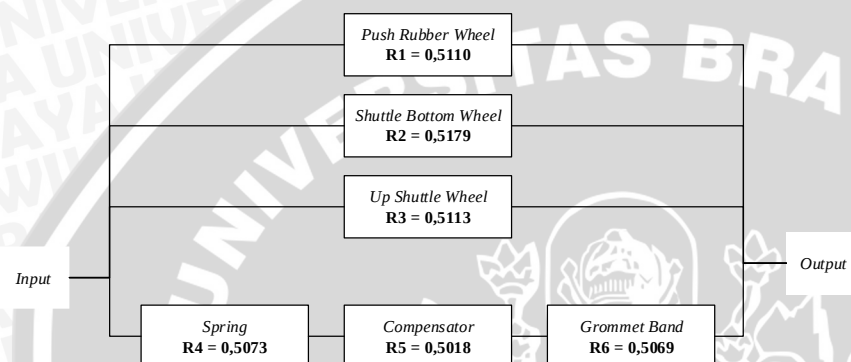
Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan Tabel 4.32 diperoleh informasi nilai keandalan setiap komponen kritis. Terdapat perbedaan nilai keandalan pada saat mesin yang sebelum menggunakan interval perawatan dan setelah menggunakan interval perawatan. Terjadi peningkatan keandalan komponen setelah menggunakan interval perawatan. Dari nilai keandalan ini nantinya dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam menentukan interval waktu perawatan yang terbaik untuk komponen mesin *circular loom*.

4.8.5 Perhitungan Keandalan Rangkaian Komponen Kritis Sistem *Circular Loom* Unit pada Mesin *Circular Loom* SBY-850X6S

Perhitungan keandalan komponen dilakukan dengan melihat sistem blok diagram keandalan yang telah ditentukan sebelumnya. Penentuan *Reliability Block Diagram* (RBD) dapat dilihat pada sistem yang ada pada *Functional Block Diagram* (FBD). Berdasarkan komponen kritis yang telah ditentukan. Berikut ini merupakan gambaran *Reliability Block Diagram* (RBD) yang disusun berdasarkan keandalan *Mean Time To Failure* (MTTF) dan interval waktu perawatan (TM) dari subsistem *circular loom* unit.

Perhitungan keandalan sistem berdasarkan *Mean Time To Failure* (MTTF).



Gambar 4.16 *Reliability Block Diagram* MTTF

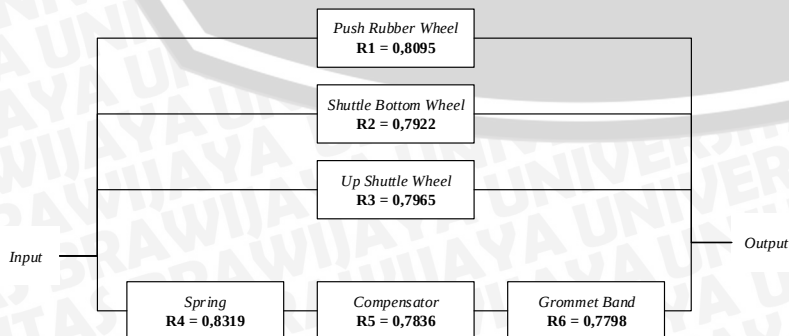
Sumber: Pengolahan Data

Keterangan: R_1 = keandalan *push rubber wheel*, R_2 = keandalan *shuttle bottom wheel*, R_3 = keandalan *up shuttle wheel*, R_4 = keandalan *spring*, R_5 = keandalan *compensator*, R_6 = keandalan *grommet band*

Berikut ini adalah perhitungan keandalan sistem *circular loom* unit berdasarkan *Mean Time To Failure* (MTTF).

$$\begin{aligned} R_s \text{ MTTF} &= 1 - [1 - (1 - R_1)(1 - R_2)(1 - R_3)] \cdot [1 - (1 - R_4 \cdot R_5)(1 - R_6)] \\ &= 1 - [1 - (1 - 0,5110)(1 - 0,5179)(1 - 0,5113)] \cdot [1 - (0,5073 \times 0,5018 \times 0,5069)] \\ &= 0,2293 \end{aligned}$$

Perhitungan keandalan sistem berdasarkan interval waktu perawatan (TM).



Gambar 4.17 *Reliability Block Diagram* TM

Sumber: Pengolahan Data

Keterangan: R_1 = keandalan *push rubber wheel*, R_2 = keandalan *shuttle bottom wheel*, R_3 = keandalan *up shuttle wheel*, R_4 = keandalan *spring*, R_5 = keandalan *compensator*, R_6 = keandalan *grommet band*

Berikut ini adalah perhitungan keandalan sistem *circular loom unit* berdasarkan interval waktu perawatan (TM).

$$\begin{aligned} R_s \text{ TM} &= 1 - [1 - (1-R_1)(1-R_2)(1-R_3)] \cdot [1 - (R_4 \cdot R_5 \cdot R_6)] \\ &= 1 - [1 - (1-0,8095)(1-0,7922)(1-0,7965)] \cdot [1 - (0,8319 \times 0,7836 \times 0,7798)] \\ &= 0,5122 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan keandalan sistem *circular loom unit* diatas, dapat diketahui nilai keandalan berdasarkan *Mean Time To Failure* (MTTF) sebesar 0,2293 dan nilai keandalan berdasarkan interval waktu perawatan (TM) sebesar 0,5122. Nilai keandalan sistem menggunakan strategi TM lebih besar dibandingkan dengan nilai keandalan menggunakan strategi MTTF, hal ini dikarenakan interval waktu perawatan TM lebih cepat sehingga keandalan komponen lebih tinggi.

4.8.6 Penyusunan *Reliability Centered Maintenance* (RCM II) *Decision Worksheet*

Setelah mengetahui nilai interval waktu perawatan, selanjutnya adalah menyusun RCM II *Decision Worksheet* untuk mencari jenis kegiatan *maintenance* yang tepat untuk setiap komponen kritis serta dapat mengatasi setiap kegagalan yang terjadi. Tabel 4.33 berikut ini akan menjelaskan mengenai RCM II *Decision Worksheet*.

Tabel 4.33 Hasil Analisis RCM II *Decision Worksheet*

RCM II Decision Worksheet		Sistem : Circular Loom Machine SBY-850X6S													Date	Sheet :	
		Subsistem : Circular Loom Machine SBY-850X6S														No :	
		Fungsi Subsistem : Merajut Benang Menjadi Roll Karung														Of :	
		Information Reference					Consequence Evaluation				H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task
No.	Equipment	F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4			
									O1	O2	O3						
									N1	N2	N3						
1	Push Rubber Wheel	1	1	1	Y	N	Y	Y	Y	N	Y	-	-	-	Scheduled discard task	142,4 Jam	Teknisi
2	Shuttle Bottom Wheel	1	1	1	Y	N	Y	Y	Y	N	Y	-	-	-	Scheduled discard task	146,38 Jam	Teknisi
3	Up Shuttle Wheel	1	1	1	Y	N	Y	Y	Y	N	Y	-	-	-	Scheduled discard task	188,3 Jam	Teknisi
4	Spring	1	1	1	N	Y	N	Y	Y	Y	N	-	-	-	Scheduled restoration task	108,03 Jam	Operator
5	Compensator	1	1	1	N	Y	N	Y	Y	N	Y	-	-	-	Scheduled discard task	102,83 Jam	Teknisi
6	Grommet Band	1	1	1	N	Y	N	Y	Y	N	Y	-	-	-	Scheduled discard task	138,94 Jam	Teknisi

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan hasil analisis RCM II *Decision Worksheet* pada Tabel 4.33. Kolom *Information Reference* disusun berdasarkan informasi yang diperoleh dari RCM II *Information Worksheet* yang ditampilkan pada Tabel 4.11. Pada kolom *consequence evaluation* dan *default action* disusun berdasarkan hasil diskusi dan wawancara dengan bagian *maintenance* atau teknisi mesin *circular loom* di CV. Absolutech Distrindo. Kolom *proposed task* menunjukkan tindakan perawatan yang diusulkan untuk setiap komponen kritis. Kolom *initial interval* menunjukkan interval waktu perawatan komponen. Dan kolom *can be done by* menunjukkan pihak yang terlibat dalam aktivitas penanganan aktivitas perawatan.

4.9 Analisis dan Pembahasan

Berikut ini merupakan analisis dan pembahasan dari masing-masing metode yang digunakan dalam pengolahan data yang meliputi analisis FMEA, analisis *Goodness of Fit Test*, analisis MTTR dan MTTF, analisis interval dan biaya perawatan, dan analisis *Reliability Centered Maintenance II* (RCM II).

4.9.1 Analisis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Berdasarkan hasil pengolahan data FMEA pada Tabel 4.10 diketahui nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi terdapat pada komponen *push rubber wheel* dengan jenis kerusakan *push rubber wheel* telah tipis yaitu sebesar 280. Kerusakan pada komponen *grommet band* dengan jenis kerusakan *grommet band* telah mengelupas dengan nilai RPN sebesar 252. Kerusakan pada komponen *up shuttle wheel* dengan jenis kerusakan *up shuttle wheel* telah tipis dengan nilai RPN sebesar 245. Kerusakan pada komponen *shuttle bottom wheel* dengan jenis kerusakan telah tipis dan komponen *compensator* dengan jenis kerusakan *compensator* bengkok nilai RPN sebesar 192. Kerusakan pada komponen *spring* dengan jenis kerusakan *spring* berkarat atau usang dengan nilai RPN sebesar 135.

4.9.2 Analisis Penentuan Jenis Distribusi (*Goodness of Fit Test*) Data TTR dan TTF Komponen Kritis

Setelah diketahui komponen kritis pada mesin *circular loom*, langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi jenis distribusi data kerusakan TTF dan TTR. Tujuan mengetahui jenis distribusi ini adalah untuk mencari nilai parameter yang sesuai dengan jenis distribusi data yang nantinya akan digunakan untuk menentukan perhitungan MTTF dan MTTR pada tahap selanjutnya. Langkah awal yang dilakukan untuk menentukan pola distribusi yaitu

dengan melakukan uji *Goodness of Fit* yaitu dengan menggunakan uji *Mann* terhadap data kerusakan. Hasil dari uji *Mann* ini disimpulkan bahwa H_0 diterima yaitu untuk data TTF berdistribusi *weibull* dan untuk data TTR berdistribusi lognormal. Data kerusakan terdiri dari komponen *push rubber wheel* tipis, *shuttle bottom wheel* tipis, *up shuttle wheel* tipis, *spring* berkarat, *compensator* bengkok, dan *grommet band* mengelupas. Hasil rekapitulasi pengujian *Goodness of Fit* dapat dilihat pada Tabel 4.17.

4.9.3 Analisis Nilai Parameter *Time To Repair* (TTR) dan *Mean Time To Repair* (MTTR) Komponen Kritis

Setelah mengetahui jenis distribusi dari setiap kerusakan komponen untuk data TTR, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan nilai parameter berdasarkan jenis distribusi terpilih untuk masing-masing komponen kritis. Data kerusakan TTR untuk komponen *push rubber wheel* tipis, *shuttle bottom wheel* tipis, *up shuttle wheel* tipis, *spring* berkarat, *compensator* bengkok, dan *grommet band* mengelupas berdistribusi lognormal, sehingga parameter yang digunakan adalah μ dan β . μ merupakan parameter lokasi (*location parameter*) dan β merupakan parameter skala (*scale parameter*). Hasil rekapitulasi perhitungan parameter untuk data TTR dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Dari hasil perhitungan parameter data TTR setiap komponen kritis dapat diketahui dari Tabel 4.20. Nilai parameter data TTR setiap komponen kritis akan digunakan untuk melakukan perhitungan MTTR sesuai dengan jenis distribusi data terpilih. MTTR menunjukkan rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk melakukan perbaikan terhadap komponen yang rusak. Hasil rekapitulasi dari perhitungan nilai MTTR dapat dilihat pada Tabel 4.21. Dari Tabel 4.21 dapat diketahui nilai MTTR untuk setiap komponen kritis berbeda-beda. Hal ini dikarenakan waktu penggantian atau pemasangan untuk setiap komponen kritis ketika terjadi kerusakan juga berbeda-beda. Nilai MTTR terkecil terdapat pada komponen *compensator* yaitu 1,77 jam dan nilai MTTR terbesar terdapat pada komponen *shuttle bottom wheel* yaitu sebesar 5,16 jam.

4.9.4 Analisis Nilai Parameter *Time To Failure* (TTF) dan *Mean Time To Failure* (MTTF) Komponen Kritis

Setelah mengetahui jenis distribusi dari setiap kerusakan komponen untuk data TTF, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan nilai parameter berdasarkan jenis distribusi terpilih untuk masing-masing komponen kritis. Data kerusakan untuk komponen *push rubber wheel* tipis, *shuttle bottom wheel* tipis, *up shuttle wheel* tipis, *spring* berkarat,

compensator bengkok, dan *grommet band* mengelupas berdistribusi *weibull*, sehingga parameter yang digunakan adalah α dan β . α merupakan parameter bentuk (*shape parameter*) dan β merupakan parameter skala (*scale parameter*). Hasil rekapitulasi perhitungan parameter untuk data TTF dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Dari hasil perhitungan parameter data TTF setiap komponen kritis dapat diketahui pada Tabel 4.20 nilai α untuk setiap komponen kritis berada pada nilai $2 \leq \alpha \leq 4$. Apabila nilai α yang dihasilkan berada pada interval $2 \leq \alpha \leq 4$ maka akan terjadi peningkatan laju kerusakan (Ebeling, 1997). Hal ini dikarenakan pada awal masa umur komponen sudah mengalami kerusakan, kemudian laju kerusakan mulai mengalami penurunan dan meningkat kembali seiring bertambahnya umur komponen. Selain itu, kerusakan komponen juga diakibatkan karena jarangya pemeriksaan komponen secara rutin.

Nilai parameter data TTF setiap komponen kritis akan digunakan untuk perhitungan MTTF sesuai dengan jenis distribusi data terpilih. MTTF menunjukkan rata-rata waktu saat komponen tersebut diperbaiki atau dilakukan penggantian sampai dengan komponen tersebut mengalami kerusakan berikutnya. Hasil rekapitulasi perhitungan nilai MTTF dapat dilihat pada Tabel 4.22. Dari Tabel 4.22 diketahui nilai MTTF tertinggi pada komponen *up shuttle wheel* dengan frekuensi kerusakan 51 kali sebesar 241,93 jam, *shuttle bottom wheel* dengan frekuensi kerusakan 51 kali sebesar 186,42 jam, *push rubber wheel* dengan frekuensi kerusakan 103 kali sebesar 186,38 jam, *grommet band* dengan frekuensi kerusakan 32 kali sebesar 178,72 jam, *spring* dengan frekuensi kerusakan 121 kali sebesar 149,54 jam, dan nilai MTTF terkecil pada komponen *compensator* dengan frekuensi kerusakan 32 kali sebesar 137,13 jam.

4.9.5 Analisis Total Biaya Perawatan dan Interval Waktu Perawatan

Berikut ini merupakan hasil total biaya dan interval waktu perawatan dari komponen kritis mesin *circular loom*. Tabel 4.30 merupakan rekapitulasi TC berdasarkan interval perawatan (TM) dan Tabel 4.31 merupakan rekapitulasi TC berdasarkan *Mean Time to Failure* (MTTF). Tabel 4.34 adalah rekapitulasi skenario perawatan dan total biaya (TC) penggantian komponen kritis mesin *circular loom*.

Tabel 4.34 Rekapitulasi Skenario Perawatan dan Total Biaya Perawatan

Jenis Kerusakan	Strategi Perawatan	Interval Perawatan (Jam)	C _F	C _M	TC
<i>Push Rubber Wheel Tipis</i>	TM	142,4	Rp 27.401.479	Rp 81.117.840	Rp 108.519.320
	<i>Corrective</i>	-	Rp 110.256.001	-	Rp 110.256.001
	MTTF	186,38	Rp 53.757.342	Rp 39.125.729	Rp 92.883.071

Sumber :Pengolahan Data

Tabel 4.34 Rekapitulasi Skenario Perawatan dan Total Biaya Perawatan (lanjutan)

Jenis Kerusakan	Strategi Perawatan	Interval Perawatan (Jam)	C _F	C _M	TC
Shuttle Bottom Wheel Tipis	TM	146,38	Rp 28.384.983	Rp 73.290.827	Rp 101.675.810
	Corrective	-	Rp 97.184.282	-	Rp 97.184.282
	MTTF	186,42	Rp 47.770.424	Rp 37.862.656	Rp 85.633.079
Up Shuttle Wheel Tipis	TM	188,3	Rp 15.539.655	Rp 45.895.019	Rp 61.434.673
	Corrective	-	Rp 59.628.562	-	Rp 59.628.562
	MTTF	241,93	Rp 29.053.902	Rp 22.932.245	Rp 51.986.147
Spring Berkarat	TM	108,03	Rp 18.766.643	Rp 51.529.711	Rp 70.296.354
	Corrective	-	Rp 80.765.736	-	Rp 80.765.736
	MTTF	149,54	Rp 39.751.976	Rp 22.702.404	Rp 62.454.380
Compensator Bengkok	TM	102,83	Rp 21.302.355	Rp 49.145.037	Rp 70.447.392
	Corrective	-	Rp 74.133.678	-	Rp 74.133.678
	MTTF	137,13	Rp 36.785.360	Rp 23.601.216	Rp 60.386.576
Grommet Band Mengelupas	TM	138,94	Rp 26.262.660	Rp 69.231.573	Rp 95.494.233
	Corrective	-	Rp 93.003.507	-	Rp 93.003.507
	MTTF	178,72	Rp 45.731.950	Rp 34.988.665	Rp 80.720.616

Sumber :Pengolahan Data

Perhitungan TC *corrective* dihitung berdasarkan waktu rata-rata dari data kerusakan dengan probabilitas kerusakan = 1. Berdasarkan Tabel 4.34 dapat diketahui total biaya perawatan komponen kritis untuk masing-masing strategi perawatan. Kerusakan *push rubber wheel* tipis dengan interval perawatan (TM) 142,4 jam menghasilkan TC Rp 108.519.320,-. Kerusakan *shuttle bottom wheel* tipis dengan interval perawatan (TM) 146,38 jam menghasilkan TC Rp 101.675.810,-. Kerusakan *up shuttle wheel* tipis dengan interval perawatan (TM) 188,3 jam menghasilkan TC Rp 61.434.673,-. Kerusakan *spring* berkarat dengan interval perawatan (TM) 108,03 jam menghasilkan TC Rp 70.296.354,-. Kerusakan *compensator* bengkok dengan interval perawatan (TM) 102,83 jam menghasilkan TC Rp 70.447.392,-. Dan kerusakan *grommet band* mengelupas dengan interval perawatan (TM) 138,94 jam menghasilkan TC Rp 95.494.233,-.

Dan hasil total biaya (TC) berdasarkan *Mean Time To Failure* (MTTF). Kerusakan *push rubber wheel* tipis dengan interval perawatan (TM) 186,38 jam menghasilkan TC Rp 92.883.071,-. Kerusakan *shuttle bottom wheel* tipis dengan interval perawatan (TM) 186,42 jam menghasilkan TC Rp 85.633.079,-. Kerusakan *up shuttle wheel* tipis dengan interval perawatan (TM) 241,93 jam menghasilkan TC Rp 51.986.147,-. Kerusakan *spring* berkarat dengan interval perawatan (TM) 149,54 jam menghasilkan TC Rp 62.454.380,-. Kerusakan *compensator* bengkok dengan interval perawatan (TM) 137,13 jam menghasilkan TC Rp 60.386.576,-. Dan kerusakan *grommet band* mengelupas dengan interval perawatan (TM) 178,72 jam menghasilkan TC Rp 80.720.616,-.

4.9.6 Analisis Perbandingan Total Biaya Perawatan

Setelah melakukan penentuan strategi perawatan dan total biaya perawatan langkah selanjutnya melakukan perbandingan total biaya perawatan (TC) tiap strategi perawatan. Tabel 4.35 merupakan perbandingan total biaya perawatan (TC) komponen kritis.

Tabel 4.35 Perbandingan Total Biaya Perawatan

Komponen Kritis	Jenis Kerusakan	TC TM	TC Corrective	TC MTTF
<i>Push Rubber Wheel</i>	Tipis	Rp 108.519.320	Rp 110.256.001	Rp 92.883.071
<i>Shuttle Bottom Wheel</i>	Tipis	Rp 101.675.810	Rp 97.184.282	Rp 85.633.079
<i>Up Shuttle Wheel</i>	Tipis	Rp 61.434.673	Rp 59.628.562	Rp 51.986.147
<i>Spring</i>	Berkarat	Rp 70.296.354	Rp 80.765.736	Rp 62.454.380
<i>Compensator</i>	Bengkok	Rp 70.447.392	Rp 74.133.678	Rp 60.386.576
<i>Grommet Band</i>	Mengelupas	Rp 95.494.233	Rp 93.003.507	Rp 80.720.616

Sumber :Pengolahan Data

Berdasarkan Tabel 4.35 diatas. Pada komponen *push rubber wheel* terlihat total TC *corrective* paling tinggi. Hal ini dikarenakan waktu kerusakan yang tidak signifikan atau tinggi frekuensi kerusakan sehingga mengakibatkan meningkatnya biaya penggantian komponen. Sedangkan perbandingan antara nilai TC berdasarkan TM dan nilai TC berdasarkan MTTF cenderung lebih kecil nilai TC berdasarkan MTTF, Hal ini dikarenakan interval waktu penggantian komponen yang juga semakin lama sehingga lebih jarang melakukan penggantian komponen, namun hal ini akan berpengaruh pada rendahnya keandalan komponen yang bekerja.

4.9.7 Analisis Selisih Waktu Produksi Interval Perawatan TM dan MTTF

Berdasarkan hasil perhitungan total biaya perawatan pada Tabel 4.34 dan 4.35, selanjutnya dilakukan perhitungan selisih TC dan keandalan dari masing-masing komponen kritis sehingga nantinya diketahui penambahan waktu produksi dari perawatan berdasarkan TM dan MTTF. Perhitungan selisih waktu produksi untuk strategi perawatan berdasarkan MTTF dan TM dapat dilihat pada Tabel 4.36.

Tabel 4.36 Perhitungan Selisih Waktu Produksi Strategi Perawatan MTTF dan TM

Jenis Kerusakan Komponen	Strategi	Interval Perawatan (jam)	Keandalan	TC	Selisih Biaya	Selisih Keandalan	Selisih Waktu Produksi
<i>Push Rubber Wheel Tipis</i>	TM	142,4	0,8095	Rp 108.519.320	Rp 15.636.249	0,2985	7,16 jam
	MTTF	186,38	0,511	Rp 92.883.071			
<i>Shuttle Bottom Wheel Tipis</i>	TM	146,38	0,7922	Rp 101.675.810	Rp 16.042.731	0,2743	6,58 jam
	MTTF	186,42	0,5179	Rp 85.633.079			
<i>Up Shuttle Wheel Tipis</i>	TM	188,3	0,7965	Rp 61.434.673	Rp 9.448.526	0,2852	6,84 jam
	MTTF	241,93	0,5113	Rp 51.986.147			

Sumber :Pengolahan Data

Tabel 4.36 Perhitungan Selisih Waktu Produksi Strategi Perawatan MTTF dan TM (lanjutan)

Jenis Kerusakan Komponen	Strategi	Interval Perawatan (jam)	Keandalan	TC	Selisih Biaya	Selisih Keandalan	Selisih Waktu Produksi
Spring Berkarat	TM	108,03	0,8319	Rp 70.296.354	Rp 7.841.974	0,3246	7,79 jam
	MTTF	149,54	0,5073	Rp 62.454.380			
Compensator Bengkok	TM	102,83	0,7836	Rp 70.447.392	Rp 10.060.816	0,2818	6,76 jam
	MTTF	137,13	0,5018	Rp 60.386.576			
Grommet Band Mengelupas	TM	138,94	0,7798	Rp 95.494.233	Rp 14.773.617	0,2729	6,55 jam
	MTTF	178,72	0,5069	Rp 80.720.616			

Sumber :Pengolahan Data

Berdasarkan Tabel 4.36 diatas, dapat diketahui selisih biaya dan keandalan dari setiap strategi perawatan berdasarkan TM dan MTTF untuk setiap komponen kritis. Untuk komponen *Push Rubber Wheel* dengan penambahan biaya Rp 15.636.249,- dapat meningkatkan keandalan 0,2985 dan penambahan waktu produksi 7,16 jam. Demikian juga dengan komponen kritis lainnya diinterpretasikan sesuai dengan Tabel 4.36.

Untuk mengetahui perbedaan produktivitas mesin, maka dilakukan perhitungan selisih hasil produksi untuk masing-masing strategi. Diketahui spesifikasi mesin yang digunakan saat penelitian adalah 54 rpm dengan hasil produksi (*output*) 0,81 m/menit. Dengan demikian, perhitungan hasil produksi dapat dihitung sebagai berikut.

$$\text{Hasil produksi per jam} = 0,81 \times 60 = 48,6 \text{ m/jam}$$

Dari hasil perhitungan keandalan dari sistem *circular loom unit* pada pengolahan data sebelumnya, diketahui bahwa nilai keandalan sistem perawatan berdasarkan *Mean Time To Failure* (MTTF) sebesar 0,2293, sedangkan nilai keandalan berdasarkan interval waktu perawatan (TM) sebesar 0,5122. Dengan demikian dapat dilakukan perhitungan selisih hasil produksi karung glangsing per hari yaitu sebagai berikut.

$$\text{Hasil produksi dengan strategi TM} = (0,5122 \times 24) \times 48,6 = 597,4 \text{ m/hari}$$

$$\text{Hasil produksi dengan strategi MTTF} = (0,2293 \times 24) \times 48,6 = 267,6 \text{ m/hari}$$

$$\text{Selisih hasil produksi TM dengan MTTF} = 597,4 - 267,6 = 329,8 \text{ m/hari}$$

Dari hasil perhitungan diatas, diketahui hasil produksi dengan strategi perawatan TM sebesar 597,4 m/hari dan strategi perawatan MTTF sebesar 267,6 m/hari. Kemudian selisih hasil produksi diketahui sebesar 329,8 m/hari. Berdasarkan hasil tersebut, diketahui bahwa hasil produksi karung glangsing dengan strategi perawatan TM yang diusulkan lebih besar 38,15% per harinya dibandingkan menggunakan strategi perawatan MTTF yang dilakukan oleh perusahaan saat ini (*existing*). Hal ini dapat digunakan sebagai pertimbangan oleh perusahaan dalam menentukan interval waktu perawatan yang sesuai untuk perawatan mesin *circular loom* selama periode satu tahun kedepan.

4.9.8 Analisis *Reliability Centered Maintenance* (RCM) II

Berdasarkan hasil RCM II *Decision Worksheet*, diperoleh informasi tindakan yang perlu dilakukan untuk penanganan setiap komponen yang mengalami kerusakan adalah *scheduled discard task* dan *scheduled restoration task* sehingga diharapkan dapat mengurangi potensi kerusakan komponen kritis, timbulnya *downtime* tinggi, dan dapat memaksimalkan hasil produksi. Rekapitulasi strategi perawatan dan biaya perawatan dapat dilihat pada Tabel 4.37 berikut ini.

Tabel 4.37 Strategi Perawatan dan Biaya Perawatan

Mesin	Komponen	Jenis Kerusakan	Kegiatan Perawatan	Strategi Perawatan	Interval Perawatan (Jam)
Circular Loom SBY-850X6S	Push Rubber Wheel	Tipis	Scheduled Discard Task	TM	142,4
				Corrective	-
				MTTF	186,38
	Shuttle Bottom Wheel	Tipis	Scheduled Discard Task	TM	146,38
				Corrective	-
				MTTF	186,42
	Up Shuttle Wheel	Tipis	Scheduled Discard Task	TM	188,3
				Corrective	-
				MTTF	241,93
	Spring	Berkarat	Scheduled Restoration Task	TM	108,03
				Corrective	-
				MTTF	149,54
	Compensator	Bengkok	Scheduled Discard Task	TM	102,83
				Corrective	-
				MTTF	137,13
	Grommet Band	Mengelupas	Scheduled Discard Task	TM	138,94
				Corrective	-
				MTTF	178,72

Sumber :Pengolahan Data

Berdasarkan Tabel 4.37, diketahui komponen *push rubber wheel* perlu dilakukan tindakan perawatan dengan strategi *scheduled discard task* yaitu dengan melakukan penggantian komponen *push rubber wheel* secara terjadwal. Hal ini dilakukan dengan mempertimbangkan keandalan komponen. Tindakan yang sama juga perlu dilakukan pada komponen *shuttle bottom wheel*, *up shuttle wheel*, *compensator*, dan *grommet band*. Sedangkan untuk komponen *spring* perlu dilakukan tindakan perawatan dengan strategi *scheduled restoration task* yaitu dengan melakukan perawatan berupa tindakan *preventive* untuk menghindari potensi *spring* berkarat.

Interval perawatan berdasarkan pada TM yang paling tinggi yaitu pada *up shuttle wheel* yaitu selama 188,3 jam, selanjutnya pada *shuttle bottom wheel* yaitu selama 146,38 jam, *push rubber wheel* yaitu selama 142,4 jam, *grommet band* yaitu selama 138,94 jam, *spring* yaitu selama 108,03 jam, sedangkan komponen yang memiliki interval paling kecil adalah *compensator* yaitu selama 102,83 jam.

Interval perawatan berdasarkan pada MTTF yang paling tinggi yaitu pada komponen *up shuttle wheel* yaitu selama 241,93 jam, selanjutnya pada komponen *shuttle bottom wheel* yaitu selama 186,42 jam, komponen *push rubber wheel* yaitu selama 186,38 jam, komponen *grommet band* yaitu selama 178,72 jam, komponen *spring* yaitu selama 149,54 jam, sedangkan komponen yang memiliki interval paling kecil adalah *compensator* yaitu selama 137,13 jam.

Untuk penentuan metode perawatan dari hasil penelitian ini, strategi perawatan korektif tidak dianjurkan karena metode korektif akan menyebabkan adanya kegiatan *overhaul* atau *corrective maintenance* yang menimbulkan adanya *downtime* dan kemacetan atau berhentinya proses produksi serta biaya perawatan yang semakin besar sehingga menimbulkan kerugian yang cukup berarti bagi perusahaan.

Selain itu, keputusan dalam pemilihan strategi perawatan yang baik sebenarnya tidak hanya berdasarkan pada interval perawatan yang cepat atau biaya perawatan yang kecil tetapi juga harus memperhatikan keandalan komponen karena hal tersebut akan berpengaruh terhadap kelancaran proses didalamnya. Dalam hal ini, berdasarkan hasil perhitungan keandalan dalam pengolahan data diketahui nilai keandalan berdasarkan interval waktu perawatan (TM) lebih besar dibandingkan dengan nilai keandalan yang berdasarkan pada *Mean Time To Failure* (MTTF), hal ini dikarenakan keandalan berdasarkan interval perawatan (TM) memiliki jangka waktu perawatan yang lebih singkat tanpa menunggu sampai komponen mendekati kerusakan. Sehingga akan lebih menghindari kemungkinan terjadinya *breakdown* dan *overhaul* yang dapat menyebabkan waktu *downtime* yang cukup lama. Oleh karena itu, berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, peneliti merekomendasikan pemilihan strategi perawatan yang berdasarkan pada interval waktu perawatan (TM) meskipun terlihat selisih biaya yang lebih mahal namun memiliki nilai keandalan yang lebih tinggi, hal ini akan berpengaruh terhadap kinerja mesin dan kelancaran proses produksi didalamnya.

Pada penelitian ini, keputusan pemilihan strategi perawatan terhadap masing-masing komponen dilakukan oleh pihak perusahaan, pihak penulis hanya mengusulkan alternatif-alternatif strategi perawatan dengan mempertimbangkan keandalan komponen serta kelebihan dan kekurangan dari masing-masing strategi perawatan. Sehingga strategi yang sesuai untuk diterapkan akan ditentukan oleh perusahaan dengan mempertimbangkan berbagai faktor yang ada didalamnya.