



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Profil Perusahaan

Adapun Profil PT. ASIA FORESTAMA RAYA Sebagai berikut:

Nama Perusahaan	: PT. ASIA FORESTAMA RAYA
Akta Notaris	: No: 100 Tgl 09 Agustus 2008, Notaris Linda Herawati SH. Jakarta
Persetujuan Depkeh	: No. AHU-85838.AH.01.02.Tahun 2008, tanggal 13 November 2008
No. IUPHHK	: Sesuai no. SK.24/MENHUT-VI/BPPHH/2007
Sejarah Perusahaan	: Perkembangan Perusahaan dari Waktu ke Waktu dalam Sejarah Singkat Perusahaan

4.1.2 Sejarah Singkat PT. Asia Forestama Raya

Pada awalnya Pabrik Kayu Lapis PT. Asia Forestama Raya, Pekanbaru ini bernama PT. Rantau Wijaya Sakti (PT. RWS) yang didirikan pada tahun 1981 berkedudukan di Medan Sumatera Utara, kemudian pindah kedudukan ke Jakarta dan terakhir pada tahun 1986 pindah kedudukan ke Pekanbaru dan selanjutnya pada tahun 1992 di *take over* oleh PT. Asia Forestama Raya (PT. AFR).

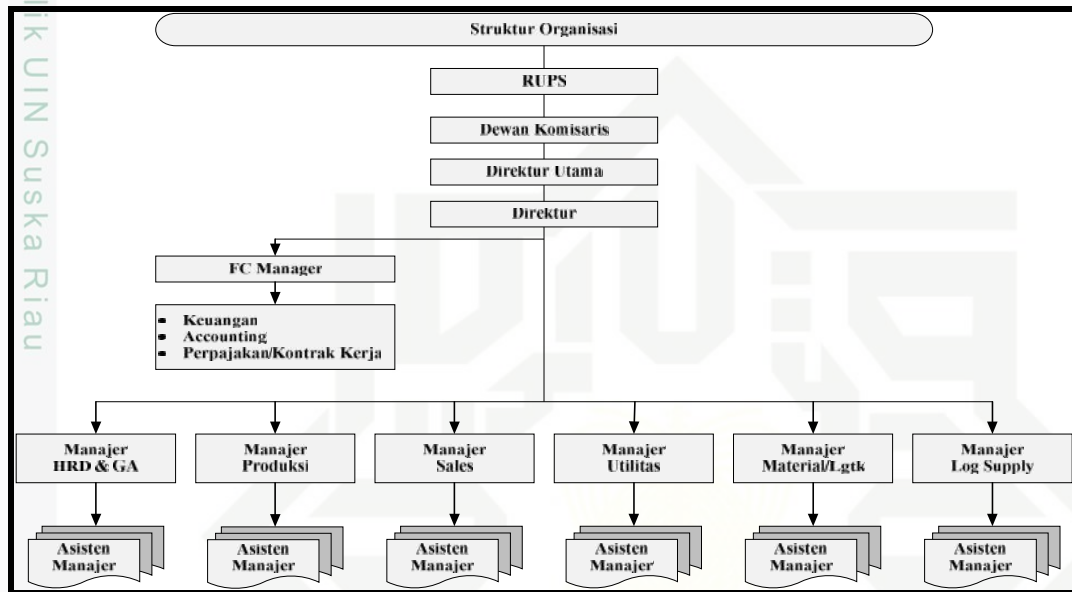
Lokasi kantor dan pabrik PT. Asia Forestama Raya berada di kelurahan limbungan, Kecamatan Rumbai Pesisir, Kota Pekanbaru, Provinsi Riau, persisnya terletak dipinggir sungai siak. Lokasi ini sangat strategis dengan dapat dijangkau melalui jalur darat dan air, baik untuk pengangkutan bahan baku (*Round Log*) maupun untuk pengiriman barang Ekspor atau lokal antar pulau serta *supply* bahan material pendukung lainnya.

Adapun Jenis Produk yang diproduksi PT. Asia Forestama Raya diantaranya *Raw Plywood*, *Product Secondary Process (Polyester Plywood dan Film Face)* dan kayu Gergajian atau *Moulding*. Produk-produk tersebut dihasilkan

untuk memenuhi bermacam-macam kebutuhan, baik untuk pasaran *Eksport* maupun lokal.

4.1.3 Struktur Organisasi

Adapun Struktur Organisasi Perusahaan PT. Asia Forestama Raya, Sebagai berikut:



Gambar 4.1 Struktur Organisasi Perusahaan PT. Asia Forestama Raya

4.1.4 Jenis Kegiatan Perusahaan

Jenis kegiatan industri ini adalah industri pengolahan kayu, dengan nama PT. ASIA FORESTAMA RAYA. Produk yang dihasilkan yaitu, terdiri dari:

1. *Plywood*, kapasitas 40.000 m³
2. *Blackboard*, kapasitas 6.00 m³
3. *Poliester plywood*, kapasitas 20.000 m³
4. *Paper Overlay Plywood*, kapasitas 20.000 m³

Dengan bahan baku utama yang digunakan yaitu kayu lunak khususnya dari famili Meranti. Tujuan pemasaran yaitu untuk lokal dan ekspor.

4.1.5 Lokasi Kegiatan

Lokasi kegiatan industri pengolahan kayu PT. ASIA FORESTAMA RAYA, berada di Kelurahan Limbungan, kecamatan Rumbai Pesisir, Kota



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Pekanbaru, Propinsi Riau. Lokasi kegiatan ini berbatasan langsung dengan sungai siak dan disekitar kegiatan terdapat beberapa kegiatan industri lainnya.

Batas-batas lokasi kegiatan adalah sebagai berikut:

1. Sebelah Utara : Pemukiman penduduk Kelurahan Limbungan
2. Sebelah Barat : Pemukiman penduduk Kelurahan Limbungan
3. Sebelah Timur : Pemukiman penduduk Kelurahan Limbungan
4. Sebelah Selatan : Sungai Siak, Seberangnya Sungai Siak PT. SOLA GRATIA

4.1.6 Kegiatan Lain di Sekitar Lokasi

Keberadaan kegiatan industri pengolahan kayu PT. ASIA FORESTAMA RAYA ini, secara langsung maupun tidak langsung akan saling mempengaruhi kegiatan-kegiatan yang ada disekitarnya. Kegiatan yang ada disekitarnya, terdiri dari:

1. Pemukiman penduduk
2. Sungai Siak
3. Industri pengolahan kayu PT. SOLA GRATIA

4.1.7 Lahan

Kegiatan industri pengolahan kayu PT. ASIA FORESTAMA RAYA berada di Kelurahan Limbungan, Kecamatan Rumbai Pesisir, Kota Pekanbaru dengan luas 204.160 m² Sesuai dengan status tanah berupa Hak Guna Usaha, Hak Guna Bangunan dan Hak Milik (sertifikat tanah terlampir).

4.1.8 Waktu Operasi Pabrik

1. Dalam satu hari : 24 jam
2. Dalam satu minggu : 6 hari kerja
3. Jumlah Shift Tenaga Kerja : 3 shift/hari

4.1.9 Proses Kerja

1. *Chain Saw*

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Pemotongan *log* menjadi *saw log* harus melihat kondisi *log* itu sendiri dan disesuaikan *standard* potongannya.

Tabel 4.1 Standar Potong *Log*

NO	Potongan <i>Ply Wood</i>			Potongan <i>Sawn Log</i>			Ket: <i>Grade</i>
	MM	INCH	FEET	MM	INCH	FEET	
1	900-920	38	3	1000	39	3	<i>Core</i>
2	1220-1230	50	4	1300	51	4	<i>Core</i>
3	1800-1830	77	6	195	77	6	<i>Core & F/B</i>
4	2440	99	8	1450	99	8	<i>F/B & LG</i>

Grade Log terdiri dari: *Face, Core, Saw Mill*.

Dalam pemotongan *log* hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain. Cacat, cacat kayu, mata kayu, lapuk pecah dan lain-lain. Hal ini untuk menentukan apakah kayu tersebut boleh untuk *Face* atau *Core* atau bahkan tidak bisa sama sekali (*Saw Mill*).

a. *Grade Face*

Pada umumnya jenis *Saw Log Face* mempunyai ciri-ciri antara lain:

Serat lurus, tidak terdapat mata kayu mati, inti kayu berada pada titik tengah, tidak pecah, tidak gubal (busuk), serat padat, tidak terdapat kantong getah, tidak patah (*Crosk Break*), tidak ditemukan lubang gerek, lubang ulat, tidak terdapat mata kayu lepas.

b. *Grade Core*

Jenis *Log* untuk kriteria *Core*, lebih rendah dan lebih mudah didapat dengan kriteria antara lain:

Pada prinsipnya yang penting *Log* kayu bisa dikupas di rotary terkecuali busuk, keras mata kayu mati terlalu banyak, gubal sampai ke inti dan log pecah dengan deameter dibawah 20 Cm (lebih kecil dari *spindle*)

c. *Grade Saw Mill*

Jenis *Log* yang tidak bisa diolah menjadi *Face* maupun *Core*.

Pemotongan:

Harus diupayakan seminim mungkin pembuangan *Log* menjadi *Log "N"* dan setiap melakukan pemotongan harus bisa di proses di *rotary* saat itu, guna memantau *recovery* proses. *Supervisor* atau *Foreman* harus sering memantau ke seksi *rotary* agar bisa mengkombinasikan potongan sesuai



dengan proses di *rotary*. Dalam pemotongan *Log*, mata rantai *Chain Saw* harus selalu tajam guna mencegah potongan yang tidak *standard*.

2. Rotary

Bagian *rotary* bertugas merubah *sawn Log* menjadi *veneer* dengan cara dikupas atau dibubut melalui mesin *rotary*.

Untuk melakukan itu harus di persiapkan sebagai berikut:

a. Mesin asah pisau

Mesin asah pisau berfungsi untuk mempertajam pisau yang berdampak langsung dengan kualitas *veneer* hasil kupasan dari mesin *rotary*. Hasil pengasahan pisau harus betul-betul tajam dan tidak boleh bergelombang, secara umum untuk melihat tajam dantidaknya hasil pengasahan pisau adalah:

Bekas gerinda terlihat searah, sisa *Gram* lembut hasil pengasahan nempel pada ujung pisau, dan bila kertas digoreskan terputus halus, tanpa tersendat.

Sebelum digunakan pisau terlebih dahulu harus di “lapper” atau di gosok secara manual pada sisi ujung pisau untuk membentuk sudut ganda, dengan tujuan mendapatkan hasil pengasahan yang maksimal dan pisau lebih kuat bila terkena benturan kayu. *Standard* sudut pisau tergantung pada jenis dan kekerasan *log*, Contoh: Log Jenis Keras sudut pisau 22^0 sampai dengan 23^0 dengan sudut ganda lebih kurang 5^0 , Log jenis lunak sudut pisau 21^0 sampai dengan 22^0 dengan sudut ganda lebih kurang 7^0 .

b. Mesin Rotary

Mesin *Rotary* berfungsi merubah *log* menjadi *veneer*. *Log* yang sudah menjadi potongan dan telah dikirim dari *Chain Saw* terlebih dulu harus dibersihkan dan bebas dari paku, batu, pasir dan kulit kayu. Hasil kupasan *Veneer* harus licin dan tidak berbulu, Kupasan dari *rotary* akan menghasilkan berupa *Veneer* antara lain: *Face*, *Back*, mengacu pada *Grade Log*. *Spure Nife* tidak boleh terlalu dalam, hal ini untuk menghindari pecahnya *Veneer* hasil kupasan *Rotary*, begitu juga *Speed Spindle* harus disesuaikan dengan diameter *Log*. Hasil *Veneer* yang di

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

relling dengan *bobin* hendaknya dipasang *relling tape* terutama *Veneer* dengan kriteria Tipis (0.55 mm sampai dengan 1.0 mm), hal ini untuk menghindari sobeknya *Veneer* pada saat pengeringan di *Dryer*.

Untuk menjalankan kedua mesin tersebut harus betul-betul tenaga yang *qualified*.

3. *Dryer*

Mesin *dryer* berfungsi untuk mengeringkan *veneer* hasil kupasan dari *rotary* diantaranya *core*, *Long Core Face* dan *Back*

Sedangkan mesin *dryer* terdiri dari *Roll Dryer* dan *Continous Dryer* :

a. *Roll Dryer*

Mesin pengeringan *Veneer* diantaranya: *Core*, *Long Core* dan yang lazim dikeringkan dimesin ini adalah dengan ketebalan dari 1,5 mm sampai dengan 4,0 mm, dalam pengeringan *Core* tidak diizinkan *double*, hal ini bila terjadi akan berakibat pada hasil pengeringan kurang sempurna dan berdampak pada kualitas *Plywood*, dan juga tidak diizinkan terlalu renggang yang akan berakibat pada kapasitas mesin itu kurang maksimal. Untuk menjaga temperatur ruangan dan kelembapan udara dalam mesin, “*damp*er” tidak diizinkan di buka penuh atau ditutup rapat.

b. *Continous Dryer*

Sedangkan untuk mesin *Continous Dryer* berfungsi untuk mengeringkan *Veneer*: Jenis *Face*, *Back* dan *Long Core* dengan ketebalan dari 0,50 mm sampai dengan 3,4 mm, hasil potongan *Veneer* hanya diizinkan lebih kurang 1,5 Cm (15 mm), hal tersebut untuk menghindari dampak *afkir*, *redjeck* di *seksie* berikutnya.

Potongan awal pada *Veneer* harus disendirikan dan terpisah guna menghindari tebal tipis atau *redjeck* pada *seksie* berikutnya.

Hasil pengeringan pada mesin ini setelah dipotong pada *auto clipper* harus dipisah menurut kriteria dan *gradenya*; *Face* langsung, *Face Repair*, *Back* langsung, *Back repair*, lobang lembaran kecil dan *Packing*.

Kedua mesin tersebut di atas cara mengeringkan dengan menggunakan *steam* yang di *suply* dari *Boiler*, sedangkan tekanan *steam* tidak diizinkan

kurang dari 10kg/cm², *temperature* dalam ruangan *dryer* tidak diizinkan kurang dari 160⁰ C.

Veneer yang dihasilkan dari mesin *Dryer* tersebut harus memenuhi standard kelayakan MC:

Tabel 4.2 Standard Kelayakan MC

Jenis Glue	Standard MC
LFE/MUF	Lebih Kurang 08 s/d 10%
UF	Lebih Kurang 10 s/d 12%

4. *Compousing*

Departemen ini terdiri dari 2 bagian, diantaranya adalah:

a. *Core Compousing*

Adalah bagian dimana tempat penyambungan *Core* hasil kerja dari *seksie dryer (Rol Dryer)* yang kemudian disambung menjadi ukuran sesuai dengan permintaan. Hasil kerja *core compouser* sendiri berbentuk sambungan-sambungan dari lembar kecil yang dinamakan *core*, fungsi *core* itu sendiri sebagian dari komposisi *plywood* pada bagian dalam.

Penunjang untuk menghasilkan sambungan dengan kualitas baik adalah:

Pollyester Yard, Hot Mill Glue dan *Gumed Tape*

Qualitas *core* sendiri harus sesuai *standard*, antara lain:

- Diagonal tidak diizinkan selisih lebih dari 1,5 cm.
- Hasil *joint* yang lobang, *split* harus di *repair* ulang.
- Hasil *joint* lepas (tidak lengket) harus di *gume tape* ulang.
- Pada salah satu bagian sisi panjang dan lebar harus lurus dan rata.
- Toleransi *Thicknes* penyambungan lebih kurang 0,15 mm.

Tabel 4.3 Standard Potongan *Core*

Standard Potongan <i>Core</i>					
No	Ukuran <i>Plywood</i>		Ukuran Potong <i>Core</i>		
	MM	Inch	Feed	MM	Inch
1	910 x 1,820	36'' x 72''	3' x 6'	965 x 1,880	38'' x 74''
2	1.220 x 2,440	48'' x 96''	4' x 8'	1260 x 2,500	49,5' x 98,5'

b. *Veneer Compousing and Setting*

Adalah bagian dimana tempat penyambungan *veneer* dan *setting veneer* yang dihasilkan dari *seksie dryer (Continous Dryer)*, *Veneer Compouser*



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

itu sendiri berfungsi sebagai penyambungan *veneer* yang kurang *standard* dan disambung menjadi ukuran sesuai dengan yang dikehendaki. Diantaranya: Sambungan *veneer* yang kurang lebar, tambal *veneer* atau *paching veneer* yang lobang dan tempel *veneer* yang *split* atau pecah, dalam pengerjaan tersebut ditunjang dengan alat (pisau *cutter* dan *gumed tape*).

Compouser yang biasa di sebut *Core Builder* adalah *seksie* yang menangani dan mengerjakan *core* hasil kerja dari *Roll Dryer*, yang kemudian disambung menjadi *standard* yang diinginkan. Hasil kerja mesin *core builder* sendiri terlebih dahulu harus diseleksi untuk memisahkan yang *standard* dan yang perlu di *repair*, diantaranya: lobang, *spliet* dan lepas sambungan harus di *repair*, hingga menjadi bahan siap pakai.

Bagian *setting* bertugas sebagai setting bahan yang dihasilkan oleh bagian *dryer (Continous Dryer)* antara lain: *Face* langsung, *Back* langsung, dan *Long Core* langsung kemudian juga mengerjakan dari hasil *veneer compouser* antara lain: *Back* sudah *paching*, *Back* sudah *Joint* dan *Back* sudah tempel. Yang kemudian di *setting* sesuai dengan komposisi.

5. *Glue Speader*

Bagian yang mempunyai peran besar terhadap penyelesaian hasil kerja dari *seksie Chain Saw* sampai dengan bagian *Compousing* untuk seanjutnya diproses menjadi produk (*Plywood*), termasuk didalamnya Kualitas produk, Efisiensi, *Glue cost* dan kapasitas.

Dibagian ini pada dasarnya adalah pelaburan *Glue* atau pengeleman dari hasil bagian *core builder* dan *setting*. Adapun proses kerjanya sebagai berikut:

- a. Tahap awal untuk mendapatkan *Glue*, harus mempersiapkan bahan-bahan sebagai berikut:
 - *Urea glue* atau UF, *melamine glue* atau LFE, WBP atau *Penolic glue*.
 - *Amunium*.
 - *Katcher*.
 - Tepung industri.
 - *Hardener*.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- *Melachite Grand*.

Dari beberapa komponen tersebut, langkah pertama di *mixer* (sesuai permintaan *type glue*) hingga tercampur rata dan tidak diizinkan timbul gumpalan-gumpalan pada hasil *mixer*. Lama *mixer glue* tersebut paling sedikit lebih kurang 15 menit.

- Selanjutnya *glue* yang sudah di *mixer* tersebut dituangkan pada tangki *glue* (biasa di tempatkan di atas mesin *glue spreader*).
- Sebelumnya pada mesin *glue spreader* harus sudah disiapkan bahan hasil kerja dari *core builder* dan *setting*.
- Bahan dari *core builder* biasanya diletakkan pada depan mesin *glue spreader* dengan tujuan agar dalam proses peleburan lebih sempurna, sedangkan bahan dari *setting* ditempatkan pada bawah *conveor* Mesin *Glue Spreader (Output Glue Spreader)*.
- Proses peleburan.
- Core* dimasukan pada *Ruberoll*, dengan ketentuan kerenggangan atau celah *ruberoll* 90% dari tebal *core*, pada saat *core* di masukkan *face* dan *back* atau *long core* di bentangkan hingga menutupi keseluruhan *core* yang sudah dilebur dengan *glue*.
- Tebal dan tipisnya peleburan disesuaikan dengan ketebalan *core* mengacu pada *standard* parameter yang ada.
- Kemudian setelah *core* dan *face and back* yang sudah disetting tersusun menjadi satu dan cukup dalam satu *lot* atau tumpuk lebih kurang dari 80 cm, lalu di *cold press*.
- Lama dalam *cold press* untuk jenis *glue* UF lebih kurang 30 menit dan untuk jenis *glue* WBP lebih kurang 20 menit dan dengan standard tekanan lebih kurang 10 kg/cm².

6 Hot Press

Setelah bahan cukup waktu di *cold press* dan telah menyatu antara *face*, *back*, *core*, dan atau tanpa *long core*, bisa di deteksi secara manual, sebagai berikut:

- Bahan lebih kaku.
- Glue* dipegang tidak melekat atau lengket ditangan.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

c. *Face* atau *back* tidak terbuka.

d. Untuk jenis tebal bila diangkat lalu dijatuhkan berbunyi nyaring.

Pada saat bahan belum dikeluarkan dari *cold press* dan masih dalam proses pengepresan terlebih dahulu bahan tersebut harus disumbat pada celah-celah *core* ataupun *long core* yang *splite* setelah proses dari *glue spreader*, *face* and *back* yang ukuran lebih lebar dan sisa *veneer* harus di potong dan dibuang, hal ini untuk mencegah timbulnya cacat proses yang disebabkan oleh *seksie Hot Press*.

Kemudian setelah dikeluarkan dari *cold press plywood* tersebut harus di seleksi guna memisahkan dan mereparasi *ply wood* yang tidak *standard* antara lain:

- a. *Core Overlap*.
- b. *Face/Back* Kurang.
- c. *Core* kurang.
- d. *Face lap/Back lap*.
- e. dan lain-lain.

Cacat *plywood* tersebut diatas kesemuanya harus di-*repair* terdahulu sebelum proses lanjutan ke *Hot press*, sedangkan *plywood* yang telah lolos seleksi dan memenuhi kriteria, bisa segera pada proses lanjutan di *hot* proses, dan untuk yang basah (*Face/Back* yang belum lengket dengan *core*) harus dikembalikan dan di *cold press* ulang.

Standing time di *hot press* diusahakan tidak lebih dari 40 menit agar *glue* tidak kering atau mati sebelum di *hot press*.

Dalam memasukkan bahan di *hot press* harus ditengan-tengan pada *plat hot press* hal ini untuk meghindari dan mencegah terjadinya *plywood* tebal atau tipis yang disebabkan oleh *hot press*.

Tabel 4.4 *Standard Waktu di Hot Press*

Tipe Glue	Temperatur %	Waktu
MR	105-110	45 s/d 55 Menit/MM
MUF/LFE	110-115	50 s/d 60 Menit/MM
WBP	125-130	50 s/d 60 Menit/MM

Tabel 4.5 *Standard Temperature* dan Tekanan di *Hot Press*

Tipe <i>Glue</i>	Temperatur %	Tekanan
MR	105-110	10 Kg/cm ²
MUF/LFE	110-115	10 Kg/cm ²
WBP	125-130	10 Kg/cm ²

7. *Double Saw and Sander*

Setelah bahan keluar dari *Hot press* kemudian di dempul dengan menggunakan warna yang sesuai, setelah pendempulan selesai seterusnya bahan disiapkan pada mesin *double saw* untuk proses selanjutnya. Sebelum mesin *Double Saw* di pergunakan terlebih dahulu harus di-*setting* sesuai dengan permintaan yang diinginkan, antara lain: panjang, lebar dan diagonalnya. Setelah mesin sudah siap maka baru diperbolehkan untuk beroperasi.

Kemudian hasil kerja dari mesin *Double Saw* langsung dapat di kerjakan oleh Mesin *Sander*.

Mesin *sander* sendiri berfungsi: Meratakan, Menghaluskan, Melicinkan *Plywood* sesuai dengan *standard* yang diinginkan.

8. *Grading*

Bagian ini berfungsi mengklasifikasikan *grade* sesuai dengan permintaan *Buyer*, antara lain:

BB/CC, OVL/BTR, BB/CC JPIC, dan down grade UTY/1, UTY/2, dan UTY/3. Cacat-cacat proses lainnya tetap tidak boleh masuk.

9. *Packing*

Packing adalah salah satu bagian yang mana bertugas mengemas bahan yang sudah jadi dan siap *export*, sekaligus memberi identifikasi produk, antara lain: *Tipe glue*, panjang, lebar, *thicknes* dan kota atau negara tujuan.

4.1.10 Data Historis Kerusakan Komponen Mesin dan Spesifikasi Boiler

Dalam menjalan proses produksi *plywood* mesin boiler adalah elemen yang sangat penting. Mesin boiler berfungsi menghasilkan uap (*steam*) yang

kemudian dikonversikan menjadi energi kinetik untuk menjalankan mesin – mesin produksi yang ada pada lantai produksi

Sebagai objek penelitian ini adalah pada mesin Boiler (Chuan-li *Steam Boiler*) pada PT. Asia Forestama Raya yang berjumlah satu unit dengan spesifikasi sebagai berikut :

1. Boiler *type water tube boiler mode*
2. Model TW - 250
3. *Steam Rate* 25.000 kg/hr
4. Serial No 72112
5. *Max pressure* 18 kg/cm
6. *Hydro test pressure* 3,75 N/mm²
7. *Date june, 1984*

Jenis-jenis kerusakan yang terjadi pada mesin Boiler di PT. Asia Forestama Raya periode Januari 2015- Desember 2015 diuraikan pada Tabel 4.6:

Tabel 4.6 Data Historis Kerusakan Komponen Mesin Boiler

NO	Komponen	Tanggal	Waktu Mulai Kerusakan (Jam)	Waktu Selesai Kerusakan (Jam)
1	<i>Savety valve</i>	29-Jan-2015	10,05	14,05
2	<i>Coupling</i>	12-Jan-2015	14,10	17,10
3	<i>Bearing</i>	10-Jan-2015	09,55	15,55
4	<i>Shaft</i>	26-Jan-2015	11,10	12,10
5	<i>Ring</i>	19-Jan-2015	12,10	14,10
6	<i>Bearing</i>	30-Jan-2015	10,12	16,12
7	<i>Shaft</i>	23-Feb-2015	12,30	13,30
8	<i>Ring</i>	17-Feb-2015	13,05	15,05
9	<i>Savety valve</i>	18-Feb-2015	10,50	14,50
10	<i>Coupling</i>	5-Feb-2015	08,35	11,35
11	<i>Bearing</i>	21-Feb-2015	11,05	17,05
12	<i>Shaft</i>	12-Mar-2015	09,21	10,21
13	<i>Ring</i>	7-Mar-2015	12,36	14,36
14	<i>Savety valve</i>	6-Mar-2015	09,00	13,00
15	<i>Coupling</i>	23-Mar-2015	13,24	16,24
16	<i>Bearing</i>	11-Mar-2015	13,25	16,25
17	<i>Shaft</i>	10-Apr-2015	15,15	16,15
18	<i>Ring</i>	17-Apr-2015	11,22	13,22
19	<i>Savety valve</i>	15-Apr-2015	12,30	16,30
20	<i>Shaft</i>	23-Mei-2015	12,30	13,30
21	<i>Ring</i>	20-Mei-2015	13,05	15,05
22	<i>Savety valve</i>	19-Mei-2015	13,00	17,00
23	<i>Coupling</i>	5-Mei-2015	08,55	11,55

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 4.6 Data Historis Kerusakan Komponen Mesin Boiler (Lanjutan)

NO	Komponen	Tanggal	Waktu Mulai Kerusakan (Jam)	Waktu Selesai Kerusakan (Jam)
24	Bearing	26-Mei-2015	11,05	17,05
25	Shaft	12-Jun-2015	09,25	10,25
26	Ring	10-Jun-2015	12,37	14,37
27	Savety valve	5-Jun-2015	08,35	12,35
28	Coupling	23-Jun-2015	13,35	16,35
29	Bearing	11-Jun-2015	14,25	20,25
30	Shaft	27-Jul-2015	15,20	16,20
31	Ring	17-Jul-2015	11,50	13,50
32	Savety valve	15-Jul-2015	11,00	15,00
33	Coupling	12-Agus-2015	14,10	17,10
34	Bearing	10-Agus-2015	09,55	15,55
35	Shaft	15-Agus-2015	11,10	12,10
36	Ring	18-Agus-2015	12,10	14,10
37	Bearing	31-Agus-2015	10,12	16,12
38	Shaft	23-Sep-2015	12,30	13,30
39	Ring	17-Sep-2015	13,05	15,05
40	Savety valve	19-Sep-2015	13,45	17,45
41	Coupling	5-Sep-2015	09,55	12,55
42	Bearing	26-Sep-2015	11,05	17,05
43	Shaft	12-Okt-2015	09,25	10,25
44	Ring	7-Okt-2015	12,37	14,37
45	Savety valve	5-Okt-2015	10,20	14,20
46	Coupling	23-Okt-2015	13,35	16,35
47	Bearing	12-Okt-2015	14,25	20,25
48	Shaft	26-Nop-2015	15,21	16,21
49	Ring	17-Nop-2015	11,50	13,50
50	Savety valve	28-Des-2015	09,25	13,25
51	Coupling	12-Des-2015	12,10	15,10
52	Bearing	10-Des-2015	09,24	15,24
53	Shaft	21-Des-2015	11,12	12,25
55	Ring	18-Des-2015	12,11	14,11

(Sumber : PT. Asia Forestama Raya, 2016)

4.2 Pengolahan Data

Berikut merupakan pengolahan data pada penelitian ini dengan menghitung waktu TTF, metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), metode *Reliability* (keandalan) dan *Model Age Replecement* yang akan dijabarkan sebagai berikut :

- Hak Cipta Diindungi Undang-Undang
1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Hak Cipta Diindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4.2.1 Data Interval Waktu Kerusakan Komponen Mesin

Data ini diambil selama periode bulan Januari 2015 - Desember 2015. Waktu kerja mesin adalah 24 jam/hari dan waktu kerja dalam sebulan adalah 26 hari. Berikut interval waktu kerusakan komponen mesin produksi :

1. Savety Valve

$$\begin{aligned} \text{TTR} &= \text{Waktu Selesai Kerusakan} - \text{Waktu Mulai Kerusakan} \\ &= 14.05 - 10.05 \\ &= 4 \text{ Jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TTF} &= \text{Tanggal Kerusakan} - \text{Tanggal Kerusakan Sebelumnya} \times 24 + (\text{Waktu} \\ &\quad \text{Mulai Kerusakan} - \text{Waktu Mulai Produksi}) \\ &= 29 \text{ Jan} - 2 \text{ Jan} \times 24 + (14.05 - 06.00) \\ &= 26 \times 24 + 8.05 \\ &= 632,05 \text{ Jam} \end{aligned}$$

Rekapitulasi Pengolahan TTR dan TTF dapat dilihat pada Tabel 4.7 sampai

Tabel 4.11

Tabel 4.7 *Time To Failure (TTF) Savety Valve*

No	Tanggal	Waktu Mulai Kerusakan	Waktu Selesai Kerusakan	TTR (Jam)	TTF (Jam)
1	29 Jan	10.05	14.05	4	632,05
2	18 Feb	10.50	14.50	4	412,5
3	6 Mar	09.00	13.00	4	339
4	15 Apr	12.30	16.30	4	822,3
5	19 Mei	13.00	17.00	4	703
6	5 Jun	08.35	12.35	4	362,35
7	15 Jul	11.00	15.00	4	821
8	19 Sep	13.45	17.45	4	1.375,45
9	5 Okt	10.20	14.20	4	316,2
10	28 Des	09.25	13.25	4	1.131,25

(Sumber : PT. Asia Forestama Raya, 2016)

2. Coupling

Tabel 4.8 *Time To Failure (TTF) Coupling*

No	Tanggal	Waktu Mulai Kerusakan	Waktu Selesai Kerusakan	TTR (Jam)	TTF (Jam)
1	12 Jan	14.10	17.10	3	224,1
2	5 Feb	08.35	11.35	3	506,35
3	23 Mar	13.24	16.24	3	943,24

Tabel 4.8 *Time To Failure (TTF) Coupling (Lanjutan)*

No	Tanggal	Waktu Mulai Kerusakan	Waktu Selesai Kerusakan	TTR (Jam)	TTF (Jam)
4	5 Mei	08.55	11.55	3	890,55
5	23 Jun	13.35	16.35	3	1.015,5
6	12 Agus	14.10	17.10	3	1.040,1
7	5 Sep	09.55	12.55	3	507,55
8	23 Okt	13.35	16.35	3	991,35
9	12 Des	12.10	15.10	3	1.038,1

(Sumber : PT. Asia Forestama Raya, 2016)

3. *Bearing*

Tabel 4.9 *Time To Failure (TTF) Bearing*

No	Tanggal	Waktu Mulai Kerusakan	Waktu Selesai Kerusakan	TTR (Jam)	TTF (Jam)
1	10 Jan	09.55	15.55	6	195,55
2	30 Jan	10.12	16.12	6	412,12
3	21-Feb	11.05	17.05	6	461,05
4	11 Mar	13..25	19.25	6	367,25
5	26 Mei	11.05	17.05	6	1.565,05
6	11 Jun	14.25	20.25	6	344,25
7	10 Agus	09.55	15.55	6	1.227,55
8	31 Agus	10.12	16.12	6	436,12
9	26 Sep	11.05	17.05	6	557,05
10	12 Okt	14.25	20.25	6	320,25
11	10 Des	09.24	15.24	6	1.233,24

(Sumber : PT. Asia Forestama Raya, 2016)

4. *Shaft*

Tabel 4.10 *Time To Failure (TTF) Shaft*

No	Tanggal	Waktu Mulai Kerusakan	Waktu Selesai Kerusakan	TTR (Jam)	TTF (Jam)
1	26 Jan	11.10	12.10	1	509,1
2	23 Feb	12.30	13.30	1	582,3
3	12 Mar	09,21	10.21	1	363,21
4	10 Apr	15.15	16.15	1	609,15
5	23 Mei	12.30	13.30	1	894,3
6	12 Jun	09.25	10.25	1	411,25
7	27 Jul	15.20	16.20	1	921,2
8	15 Agus	11.10	12.10	1	413,1
9	23 Sep	12.30	13.30	1	798,3
10	12 Okt	09.25	10.25	1	387,25

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 4.10 *Time To Failure (TTF) Shaft* (Lanjutan)

No	Tanggal	Waktu Mulai Kerusakan	Waktu Selesai Kerusakan	TTR (Jam)	TTF (Jam)
11	26 Nov	15.21	16.21	1	945,21
12	21 Des	11.12	12.25	1	509,12

(Sumber : PT. Asia Forestama Raya, 2016)

5. Ring

Tabel 4.11 *Time To Failure (TTF) Ring*

No	Tanggal	Waktu Mulai Kerusakan	Waktu Selesai Kerusakan	TTR (Jam)	TTF (Jam)
1	19 Jan	12.10	14.10	2	366,1
2	17 Feb	13.05	15.05	2	607,05
3	7 Mar	12.36	14.36	2	390,36
4	17 Apr	11.22	13.22	2	845,22
5	20 Mei	13.05	15.05	2	679,05
6	10 Jun	12.37	14.37	2	438,37
7	17 Jul	11.50	13.50	2	773,5
8	18 Agus	12.10	14.10	2	630,1
9	17 Sept	13.05	15.05	2	631,05
10	7 Okt	12.37	14.37	2	414,37
11	17 Nop	11.50	13.50	2	845,5
12	18 Des	12.11	14.11	2	654,11

(Sumber : PT. Asia Forestama Raya, 2016)

4.2.2 *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan proses mengidentifikasi kegagalan dari suatu komponen yang dapat menyebabkan kegagalan fungsi dari sistem. FMEA menggambarkan tingkat *severity* (efek dari kegagalan), Occurrence (tingkat keseringan terjadinya kerusakan) dan detection (deteksi kerusakan).



4.2.2.1 Severity, Occurent dan Dectection

Tabel 4.12 Failure Mode and Effect Analysis

Mesin			Chuan-li Steam Boiler (Ketel Uap)		Proses yang ditanggung			Pembuatan uap (Steam)				
Model Tahun			1984		Dibuat oleh			Zukri Mulyadi				
Tim Penyusun Inti			Zukri M dan Kepala Produksi		Tanggal Pembuatan			Juli 2016				
No	Sub Sistem	Komponen	Fungsi Komponen	Mode Kegagalan	Akibat Kegagalan	S	Penyebab (cause) Kegagalan	O	Kontrol Yang Digunakan	D	RPN	Action Taken
1	Boiler	Safety Valve	Membuang tekanan Uap yang berlebihan pada komponen boiler	Gagal untuk dibuka	Boiler terhenti	9	suhu dan gaya karena tekanan uap berlebih dalam sistem	5	Perbaikan dan penyetelan ulang	3	135	-
2	Boiler Pump	Coupling	untuk menghubungkan dua shaft	Shaft Coupling rusak	Kehilangan efisiensi pompa dan akhirnya pompa terhenti	7	Coupling aus atau kesalahan grease	5	Penggantian dengan bearing yang baru	4	140	-
3	Boiler Pump	Bearing	menahan (constrain) posisi rotor relatif terhadap stator	Daya dorong bearing rusak	Getaran pompa berlebihan, motor kelebihan beban. Terakhir, pompa akan terhenti	8	Bearing rusak	5	Penggantian dengan bearing yang baru	3	120	-
4	Boiler Pump	Shaft	bagian yang mentransmisikan putaran dari sumber gerak (motor) ke pompa	Deformasi (perubahan bentuk) shaft	Efisiensi pompa menurun, getaran kerusakan terjadi pada bearing dan kegagalan coupling, terakhir pompa terhenti	8	Shaft bengkok atau macet	7	Penggantian Shaft dengan yang baru	4	224	-
5	Boiler Pump	Ring	meminimalisir terjadinya kebocoran akibat adanya celah antara casing dengan impeller	Kerusakan impeller yang terpasang pada Ring	Kebocoran cairan internal, berpotensi korosi(berkarat) dan kapasitas pompa berkurang	7	Bocor seal/gland packing	7	Penggantian Ring dengan yang baru	3	147	-

(Sumber : Pengolahan Data, 2016)

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, p...
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Diarangi mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4.2.2.2 Risk Priority Number (RPN)

Dari tabel FMEA didapatkan rangking dari *severity*, *occurent* dan *detection*, untuk mendapatkan RPN maka rangking dari *severity*, *occurent* dan *detection* dikalikan dengan Rumus 2.1, maka di dapat hasil sebagai berikut :

1. Komponen *Savety Valve*

$$\begin{aligned} \text{RPN} &= S \times O \times D \\ &= 9 \times 5 \times 3 \\ &= 135 \end{aligned}$$

Untuk selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.13

Tabel 4.13 Rekapitulasi Nilai RPN Mesin Boiler PT. Asia Forestama Raya

No	Komponen yang Rusak	Nilai RPN
1	<i>Savety Valve</i>	135
2	<i>Coupling</i>	140
3	<i>Bearing</i>	120
4	<i>Shaft</i>	224
5	<i>Ring</i>	147

(Sumber: Pengolahan Data, 2016)

4.2.3 Keandalan (*Reliability*)

4.2.3.1 Pengujian Pola Distribusi

Komponen yang akan diuji pola distribusinya adalah *Savety Valve*, *Coupling*, *Bearing*, *Shaft*, dan *Ring*. *Reliability* memerlukan bentuk pola data interval kerusakan komponen yang biasanya berupa lognormal, weibull, eksponensial dan normal. Pengujian distribusi untuk masing-masing komponen kritis menggunakan *Software Easyfit 5.6 Professional*.

1. Komponen *Savety Valve*

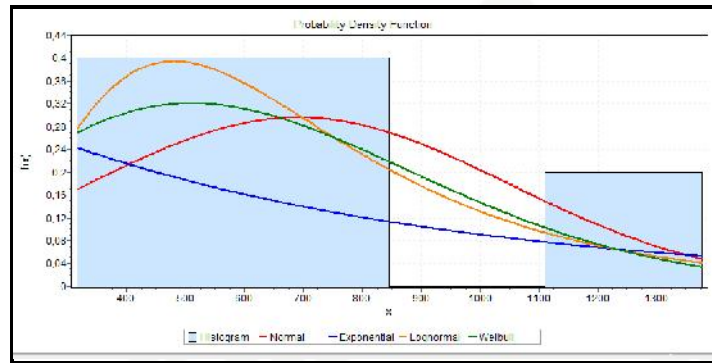
Sebelum membuat jadwal perawatan komponen mesin terlebih dahulu harus menentukan pola distribusi kerusakan komponen. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *Software Easyfit 5.6 Professional*, dengan dilakukan pengujian dapat diketahui kecenderungan data kerusakan mengikuti pola distribusi tertentu. Berikut data interval kerusakan komponen *Savety valve* dapat dilihat pada Tabel 4.14

Tabel 4.14 Interval Kerusakan Komponen *Safety valve*

Komponen	Interval Kerusakan (jam)	Jumlah Penggantian (unit)
<i>Safety valve</i>	632,05;412,5;339;822,3;703;362,35;821;1.375,45;316,2;1.131,25	10

(Sumber : Pengolahan Data, 2016)

Untuk mendeteksi pola distribusi yang sesuai dengan pada komponen *Safety valve* maka dapat dilihat pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 *Probability Density Function (PDF)* Komponen *safety Valve* (Sumber: Pengolahan Data, 2016)

Gambar 4.2 dapat digunakan untuk mendeteksi pola distribusi yang sesuai dengan data. *Probability Density Function (PDF)* yang paling mendekati garis bergeser kebawah merupakan paling sesuai dengan data dan dapat dikatakan bahwa data telah mengikuti pola distribusi tersebut. Untuk melihat distribusi yang sesuai dapat menggunakan informasi dari *output* teks yang dapat dilihat pada Tabel 4.15

Tabel 4.15 *Output Uji Distribusi Komponen Safety Valve*

#	Distribution	Kolmogorov Smirnov	
		Statistic	Rank
1	Exponential	0.36698	7
2	Lognormal	0.18848	4
3	Normal	0.18246	2
4	Weibull	0.17522	1

(Sumber: Pengolahan Data, 2016)

Berdasarkan Tabel 4.15 menunjukkan bahwa data yang telah mengikuti distribusi apabila nilai statistik *kolmogorof smirnov* paling kecil, maka berdasarkan distribusi yang telah diuji, distribusi yang bernilai statistik

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

kolmogorof smirnov paling kecil adalah distribusi Weibull yaitu 0,17522. Sehingga data interval kerusakan komponen *Savety Valve* mengikuti pola distribusi *Weibull*

2. Komponen *Coupling*

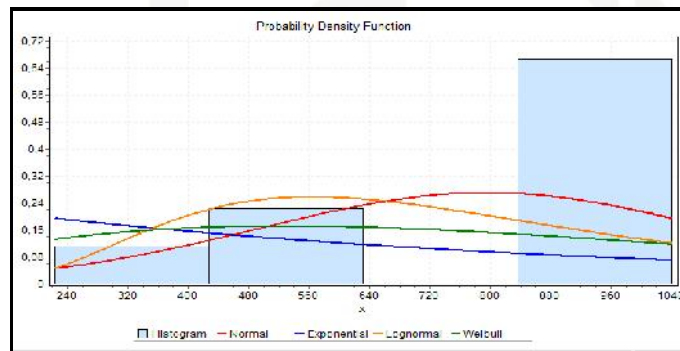
Berikut data interval kerusakan Komponen *Coupling* dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Interval Kerusakan Komponen *Coupling*

Komponen	Interval Kerusakan (jam)	Jumlah Penggantian (unit)
<i>Coupling</i>	224,1;506,35;943,24;890,55;1015,5;1040,1;507,55;991,35;1.038,1	9

(Sumber : *Pengolahan Data, 2016*)

Untuk mendeteksi pola distribusi yang sesuai dengan Komponen *Coupling* maka dapat dilihat pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 *Probability Density Function (PDF)* Komponen *Coupling*
(Sumber: *Pengolahan Data, 2016*)

Gambar 4.3 dapat digunakan untuk mendeteksi pola distribusi yang sesuai dengan data. *Probability Density Function (PDF)* yang paling mendekati garis bergeser kebawah merupakan paling sesuai dengan data dan dapat dikatakan bahwa data telah mengikuti pola distribusi tersebut. Untuk melihat distribusi yang sesuai dapat menggunakan informasi dari *output* teks yang dapat dilihat pada Tabel 4.17

Tabel 4.17 *Output* Uji Distribusi Komponen *Coupling*

#	Distribution	Kolmogorov Smirnov	
		Statistic	Rank
1	Exponential	0,35988	7
2	Lognormal	0,33157	5
3	Normal	0,29058	2
4	Weibull	0,29569	3

(Sumber: Pengolahan Data, 2016)

Berdasarkan Tabel 4.17 menunjukkan bahwa data yang telah mengikuti distribusi apabila nilai statistik *kolmogorof smirnov* paling kecil, maka berdasarkan distribusi yang telah diuji, distribusi yang bernilai statistik *kolmogorof smirnov* paling kecil adalah distribusi Normal yaitu 0,29058. Sehingga data interval kerusakan Komponen *Coupling* mengikuti pola distribusi Normal.

3. Komponen *Bearing*

Sebelum membuat jadwal perawatan Komponen *Bearing* terlebih dahulu harus menentukan pola distribusi kerusakan komponen. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *Software Easyfit 5.6 Professional*, dengan dilakukan pengujian dapat diketahui kecenderungan data kerusakan mengikuti pola distribusi tertentu. Berikut data interval kerusakan Komponen *Bearing* dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Interval Kerusakan Komponen *Bearing*

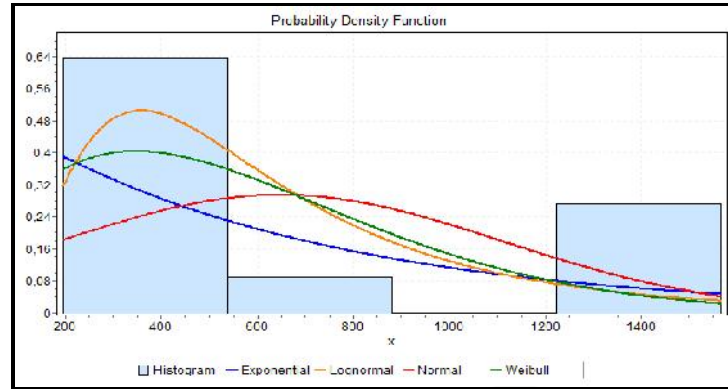
Komponen	Interval Kerusakan (jam)	Jumlah Penggantian (unit)
Komponen <i>Bearing</i>	195,55;412,12;461,05;367,25;1565,05;344,25;1227,55;436,12;557,05;320,25;1233,24	11

(Sumber : Pengolahan Data, 2016)

Untuk mendeteksi pola distribusi yang sesuai dengan pada Komponen *Bearing* maka dapat dilihat pada Gambar 4.12.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 4.4 *Probability Density Function (PDF) Komponen Bearing* (Sumber: Pengolahan Data, 2016)

Gambar 4.4 dapat digunakan untuk mendeteksi pola distribusi yang sesuai dengan data. *Probability Density Function (PDF)* yang paling mendekati garis bergeser kebawah merupakan paling sesuai dengan data dan dapat dikatakan bahwa data telah mengikuti pola distribusi tersebut. Untuk melihat distribusi yang sesuai dapat menggunakan informasi dari *output* teks yang dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 *Output Uji Distribusi Komponen Bearing*

#	<i>Distribution</i>	<i>Kolmogorov Smirnov</i>	
		<i>Statistic</i>	<i>Rank</i>
1	Exponential	0,29940	6
3	Lognormal	0,22087	5
5	Normal	0,30444	7
6	Weibull	0,21100	4

(Sumber: Pengolahan Data, 2016)

Berdasarkan Tabel 4.19 menunjukkan bahwa data yang telah mengikuti distribusi apabila nilai statistik *kolmogorof smirnov* paling kecil, maka berdasarkan distribusi yang telah diuji, distribusi yang bernilai statistik *kolmogorof smirnov* paling kecil adalah distribusi weibull yaitu 0,21100. Sehingga data interval kerusakan Komponen *Bearing* mengikuti pola distribusi Weibull.

4. **Komponen Shaft**

Berikut data interval kerusakan Komponen *Shaft* dapat dilihat pada Tabel

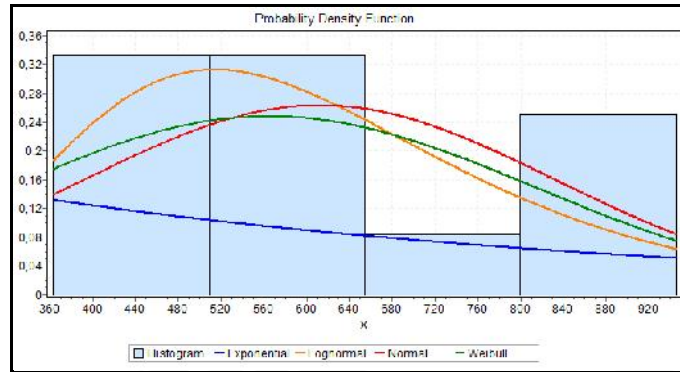
4.20

Tabel 4.20 Interval Kerusakan Komponen *Shaft*

Komponen	Interval Kerusakan (jam)	Jumlah Penggantian (unit)
<i>Shaft</i>	509,1; 582,3; 363,21; 609,15; 894,3; 411,25; 921,2; 413,1; 798,3; 387,25; 945,21; 509,12	12

(Sumber : Pengolahan Data, 2016)

Untuk mendeteksi pola distribusi yang sesuai dengan pada Komponen *Shaft* maka dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 *Probability Density Function* (PDF) Komponen *Shaft*
(Sumber: Pengolahan Data, 2016)

Gambar 4.5 dapat digunakan untuk mendeteksi pola distribusi yang sesuai dengan data. *Probability Density Function* (PDF) yang paling mendekati garis bergeser kebawah merupakan paling sesuai dengan data dan dapat dikatakan bahwa data telah mengikuti pola distribusi tersebut. Untuk melihat distribusi yang sesuai dapat menggunakan informasi dari *output* teks yang dapat dilihat pada Tabel 4.21

Tabel 4.21 *Output Uji Distribusi Komponen Shaft*

#	Distribution	Kolmogorov Smirnov	
		Statistic	Rank
1	Exponential	0,44762	7
3	Lognormal	0,17007	5
5	Normal	0,17944	6
6	Weibull	0,16904	4

(Sumber: Pengolahan Data, 2016)

Berdasarkan Tabel 4.21 menunjukkan bahwa data yang telah mengikuti distribusi apabila nilai statistik *kolmogorof smirnov* paling kecil, maka berdasarkan distribusi yang telah diuji, distribusi yang bernilai statistik *kolmogorof smirnov* paling kecil adalah distribusi *Weibull* yaitu 0,16904 .

Sehingga data interval kerusakan Komponen *Bearing* mengikuti pola distribusi *Weibull*.

5. Komponen Ring

Berikut data interval kerusakan Komponen *Ring* dapat dilihat pada tabel

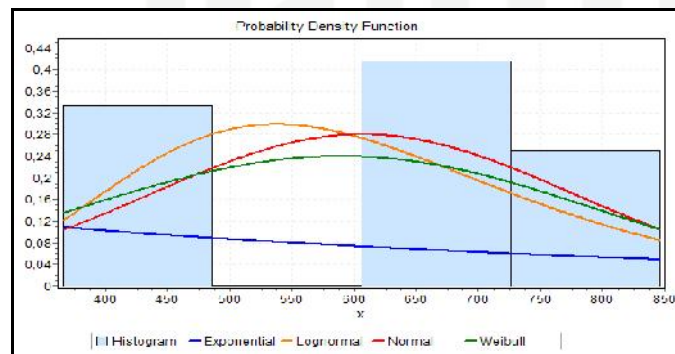
4.22

Tabel 4.22 Interval Kerusakan Komponen *Ring*

Komponen	Interval Kerusakan (jam)	Jumlah Penggantian (unit)
<i>Ring</i>	366,1; 607,05; 390,36; 845, 22; 679,05; 438,37; 773,5; 630,1; 631,05; 414,37; 845,5; 654,11	12

(Sumber : Pengolahan Data, 2016)

Untuk mendeteksi pola distribusi yang sesuai dengan pada Komponen *Ring* maka dapat dilihat pada Gambar 4.6



Gambar 4.6 *Probability Density Function* (PDF) Komponen *Ring*
(Sumber: Pengolahan Data, 2016)

Gambar 4.6 dapat digunakan untuk mendeteksi pola distribusi yang sesuai dengan data. *Probability Density Function* (PDF) yang paling mendekati garis bergeser kebawah merupakan paling sesuai dengan data dan dapat dikatakan bahwa data telah mengikuti pola distribusi tersebut. Untuk melihat distribusi yang sesuai dapat menggunakan informasi dari *output* teks yang dapat dilihat pada

Tabel 4.23

Tabel 4.23 *Output* Uji Distribusi Komponen *Ring*

#	Distribution	Kolmogorov Smirnov	
		Statistic	Rank
1	<i>Exponential</i>	0,45332	7
3	<i>Lognormal</i>	0,22311	4
5	<i>Normal</i>	0,17068	1
6	<i>Weibull</i>	0,20858	3

(Sumber: Pengolahan Data, 2016)



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Berdasarkan Tabel 4.23 menunjukkan bahwa data yang telah mengikuti distribusi apabila nilai statistik *kolmogorof smirnov* paling kecil, maka berdasarkan distribusi yang telah diuji, distribusi yang bernilai statistik *kolmogorof smirnov* paling kecil adalah distribusi Normal yaitu 0,17068 . Sehingga data interval kerusakan Komponen *Bearing* mengikuti pola distribusi Normal.

4.2.3.2 Estimasi Parameter Komponen Kritis

Penentuan atau estimasi parameter didasarkan pada pola distribusi data yang diperoleh pada langkah penentuan pola distribusi data sebelumnya. Penentuan parameter pada masing-masing komponen kritis dengan menggunakan *Software Easyfit 5.6 Professional*. Tabel 4.24 menunjukkan hasil rekapitulasi uji distribusi dan parameter dengan *Software Easyfit 5.6 Professional*.

Tabel 4.24 Rekapitulasi Uji Distribusi dan Parameter

No	Komponen	Pola Distribusi	Parameter
1	<i>Savety Valve</i>	Weibull	$\beta = 2,0224 \theta = 713,88$
2	<i>Coupling</i>	Normal	$\sigma = 301,94 \mu = 795,2$
3	<i>Bearing</i>	Weibull	$\beta = 1,591 \theta = 644,86$
4	<i>Shaft</i>	Weibull	$\beta = 2,8376 \theta = 658,06$
5	<i>Ring</i>	Normal	$\sigma = 170,66 \mu = 606,23$

(Sumber: Pengolahan Data, 2016)

Langkah selanjutnya menghitung *Mean Time To Failure* (MTTF) pada komponen kritis sesuai dengan distribusi yang terpilih. MTTF sering disebut rata-rata kerusakan komponen yang hanya digunakan pada komponen atau alat yang sering mengalami kerusakan dan harus diganti dengan komponen yang baru atau baik. Tabel 4.24 menunjukkan hasil rekapitulasi *mean time to failure* (MTTF) dengan *Software Easyfit 5.6 Professional*

Tabel 4.25 Waktu Rata-rata Kerusakan Komponen Kritis

No	Komponen	MTTF (jam)
1	<i>Savety Valve</i>	693
2	<i>Coupling</i>	795
3	<i>Bearing</i>	647
4	<i>Shaft</i>	612
5	<i>Ring</i>	607

(Sumber : Pengolahan Data, 2016)

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 4.25 menunjukkan waktu rata-rata kerusakan yang terjadi pada masing-masing komponen kritis.

4.2.4 Penentuan Interval waktu Penggantian Pencegahan

Pada penentuan interval waktu pencegahan ini menggunakan model *age replacement*. Tujuan model ini menentukan umur optimal dimana penggantian pencegahan harus dilakukan sehingga dapat meminimasi total *downtime*. Penggantian pencegahan dilakukan dengan menetapkan kembali interval waktu penggantian pencegahan berikutnya sesuai dengan interval yang telah ditentukan jika terjadi kerusakan yang menuntut dilakukannya tindakan penggantian.

4.2.4.1 Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen *Safety Valve*

Untuk menentukan interval waktu penggantian komponen *safety Valve* dapat di hitung sesuai dengan rumus distribusinya (Weibull) yaitu Rumus 2.10, 2.11, 2.12 dan menggunakan perhitungan model *age replacement* pada Rumus 2.19. Berikut contoh perhitungan tp 2:

$$\begin{aligned} \text{Diketahui: } \theta &= 713,88 \\ &= 2.0224 \end{aligned}$$

$$\text{MTTF} = 693$$

$$e = 2,7182$$

$$\begin{aligned} f(t) &= -\left(\frac{t}{\theta}\right)^{-1} e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)} \\ &= 0,002785068 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R(tp) &= e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)} \\ &= 0,994350253 \end{aligned}$$

$$M(tp) = \frac{\text{MTTF}}{F(tp)} = \frac{693}{0,001374969} = 248826,95$$

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

$$D(2) = \frac{4 \cdot 0,994350253 + 4 \cdot (1 - 0,994350253)}{(2+4) \cdot 0,994350253 + (248826,95 + 4 \cdot (1 - 0,994350253))}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$D(tp) = 1,6075E-05$$

$$A(tp) = 1 - 1,6075E-05$$

$$= 0,999984$$

$$T = \text{Age Replacement adalah } 693 \text{ Jam}$$

Berikut rekapitulasi hasil perhitungan interval waktu penggantian pencegahan komponen *Safety Valve* di tampilkan pada Tabel 4.26

Tabel 4.26 Penentuan Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen *Safety Valve*

tp (Jam)	Ft (tp)	R (tp)	M (tp)	D (tp)
2	0,002785068	0,994350253	248826,95	1,6075E-05
7	9,19564E-06	0,000912074	75361839,8	5,30773E-08
12	1,07523E-07	6,146430012	6445132697	6,20623E-10
17	1,03455E-09	4,142060003	6,6986E+11	5,97141E-12
22	9,07455E-12	2,791320004	7,6367E+13	5,23784E-14
27	7,53966E-14	1,881060005	9,1914E+15	4,3519E-16
32	6,04482E-16	1,267640006	1,1464E+18	3,48908E-18
37	4,72542E-18	8,542560098	1,4665E+20	2,72752E-20
42	3,62505E-20	5,756800009	1,9117E+22	2,09238E-22
47	2,74063E-22	3,879480010	2,5286E+24	1,58189E-24
52	2,04801E-24	2,614370011	3,3838E+26	1,18211E-26
57	1,51597E-26	1,761810012	4,5713E+28	8,75017E-29
62	1,11331E-28	1,187282322	6,2247E+30	6,42605E-31
67	8,12172E-31	8,001030001	8,5327E+32	4,68786E-33
72	5,89113E-33	5,391860002	1,1763E+35	3,40036E-35
77	4,2521E-35	3,633550032	1,6298E+37	2,45431E-37
82	3,05584E-37	2,448640003	2,2678E+39	1,76383E-39
87	2,18779E-39	1,650130027	3,1676E+41	1,26279E-41
92	1,56103E-41	1,112013333	4,4394E+43	9,01026E-44
97	1,11046E-43	7,493822211	6,2407E+45	6,40957E-46
102	7,87794E-46	5,050060001	8,7967E+47	4,54715E-48
107	5,57513E-48	3,403212520	1,243E+50	3,21797E-50
112	3,93664E-50	2,293410001	1,7604E+52	2,27223E-52
117	2,77403E-52	1,545520002	2,4982E+54	1,60117E-54
122	1,95113E-54	1,041520031	3,5518E+56	1,12619E-56
127	1,36998E-56	7,018772211	5,0585E+58	7,90752E-59
132	9,604E-59	4,729922211	7,2157E+60	5,54344E-61
137	6,72285E-61	3,187489621	1,0308E+63	3,88043E-63
142	4,69962E-63	2,148032221	1,4746E+65	2,71263E-65

Tabel 4.26 Penentuan Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen *Safety Valve* (Lanjutan)

tp (Jam)	Ft (tp)	R (tp)	M (tp)	D (tp)
147	3,28112E-65	1,447552011	2,1121E+67	1,89386E-67
152	2,28805E-67	9,754970012	3,0288E+69	1,32067E-69
157	1,59379E-69	6,573842311	4,3481E+71	9,19934E-72
162	1,10903E-71	4,430080024	6,2487E+73	6,40133E-74
167	7,70963E-74	2,985420202	8,9888E+75	4,45E-76
172	5,35458E-76	2,011862231	1,2942E+78	3,09067E-78
177	3,71571E-78	1,355780001	1,8651E+80	2,14471E-80
182	2,57635E-80	9,136582002	2,6899E+82	1,48707E-82
187	1,78497E-82	6,157110002	3,8824E+84	1,03029E-84
192	1,23578E-84	4,149250021	5,6078E+86	7,13291E-87
197	8,54965E-87	2,796162003	8,1056E+88	4,93486E-89
202	5,91113E-89	1,884323002	1,1724E+91	3,4119E-91
207	4,08432E-91	1,269842301	1,6967E+93	2,35747E-93
212	2,8204E-93	8,557391230	2,4571E+95	1,62794E-95
217	1,9465E-95	5,766791234	3,5602E+97	1,12352E-97
222	1,34265E-97	3,886220001	5,161E+99	7,7498E-100
227	9,2565E-100	2,618900002	7,487E+101	5,3428E-102
232	6,3784E-102	1,764967620	1,086E+104	3,6816E-104
237	4,3931E-104	1,189321009	1,577E+106	2,5357E-106
242	3,0244E-106	8,014997723	2,291E+108	1,7457E-108
247	2,0812E-108	5,401256852	3,33E+110	1,2013E-110
252	1,4315E-110	3,639921009	4,841E+112	8,2628E-113
257	9,8428E-113	2,452900012	7,041E+114	5,6812E-115
262	6,765E-115	1,6530001251	1,024E+117	3,9047E-117
267	4,6479E-117	1,113900072	1,491E+119	2,6827E-119
272	3,1922E-119	7,506800010	2,171E+121	1,8425E-121
277	2,1916E-121	5,058800005	3,162E+123	1,265E-123
282	1,5042E-123	3,409000123	4,607E+125	8,6822E-126
287	1,032E-125	2,297000121	6,715E+127	5,957E-128
292	7,0788E-128	1,548200012	9,79E+129	4,0859E-130
297	4,8539E-130	1,043300014	1,428E+132	2,8017E-132
302	3,3273E-132	7,031000102	2,083E+134	1,9205E-134
307	2,2802E-134	4,738100017	3,039E+136	1,3162E-136
312	1,5622E-136	3,193000018	4,436E+138	9,0173E-139
317	1,07E-138	2,151800019	6,476E+140	6,1763E-141
322	7,3273E-141	1,450100020	9,458E+142	4,2293E-143
327	5,0162E-143	9,7719000121	1,382E+145	2,8954E-145
332	3,4333E-145	6,585300022	2,018E+147	1,9817E-147

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 4.26 Penentuan Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen *Safety Valve* (Lanjutan)

tp (Jam)	Ft (tp)	R (tp)	M (tp)	D (tp)
337	2,3493E-147	4,4378000123	2,95E+149	1,356E-149
342	1,6072E-149	2,9906000124	4,312E+151	9,2768E-152
347	1,0993E-151	2,0154000121	6,304E+153	6,345E-154
352	7,5171E-154	1,884323002	9,219E+155	4,3389E-156
357	5,1394E-156	1,269842301	1,348E+158	2,9664E-158
362	3,513E-158	8,557391230	1,973E+160	2,0277E-160
367	2,4008E-160	5,766791234	2,887E+162	1,3858E-162
372	1,6404E-162	3,886220001	4,224E+164	9,4687E-165
377	1,1207E-164	2,618900002	6,184E+166	6,4686E-167
382	7,6547E-167	1,764967620	9,053E+168	4,4183E-169
387	5,2275E-169	1,189321009	1,326E+171	3,0173E-171
392	3,5693E-171	8,014997723	1,942E+173	2,0602E-173
397	2,4367E-173	5,401256852	2,844E+175	1,4065E-175
402	1,6633E-175	3,639921009	4,167E+177	9,6003E-178
407	1,1351E-177	2,452900012	6,105E+179	6,5519E-180
412	7,7456E-180	1,6530001251	8,947E+181	4,4708E-182
417	5,2845E-182	1,113900072	1,311E+184	3,0502E-184
422	3,6049E-184	7,506800010	1,922E+186	2,0807E-186
427	2,4587E-186	5,058800005	2,819E+188	1,4192E-188
432	1,6768E-188	3,409000123	4,133E+190	9,6783E-191
437	1,1433E-190	2,297000121	6,061E+192	6,5994E-193
442	7,7951E-193	1,548200012	8,89E+194	4,4993E-195
447	5,3138E-195	1,043300014	1,304E+197	3,0672E-197
452	3,6219E-197	7,031000102	1,913E+199	2,0906E-199
457	2,4684E-199	2,452900012	2,807E+201	1,4248E-201
462	1,6821E-201	1,6530001251	4,12E+203	9,7089E-204
467	1,1461E-203	1,113900072	6,047E+205	6,6152E-206
472	7,8079E-206	7,506800010	8,876E+207	4,5068E-208
477	5,3187E-208	5,058800005	1,303E+210	3,07E-210
482	3,6227E-210	3,409000123	1,913E+212	2,091E-212
487	2,4672E-212	2,297000121	2,809E+214	1,4241E-214
492	1,6801E-214	1,548200012	4,125E+216	9,6976E-217
497	1,144E-216	1,043300014	6,058E+218	6,6031E-219
502	7,7885E-219	7,031000102	8,898E+220	4,4955E-221
507	5,3021E-221	6,596700321	1,307E+223	3,0604E-223
512	3,6091E-223	4,445500002	1,92E+225	2,0832E-225
517	2,4565E-225	2,995800003	2,821E+227	1,4179E-227
522	1,6718E-227	2,018900004	4,145E+229	9,6494E-230

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 4.26 Penentuan Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen *Safety Valve* (Lanjutan)

tp (Jam)	Ft (tp)	R (tp)	M (tp)	D (tp)
527	1,1376E-229	1,360456721	6,092E+231	6,5664E-232
532	7,7408E-232	9,168323422	8,953E+233	4,468E-234
537	5,2666E-234	6,178522311	1,316E+236	3,0399E-236
542	3,583E-236	4,163723432	1,934E+238	2,0681E-238
547	2,4373E-238	2,805678522	2,843E+240	1,4068E-240
552	1,6578E-240	1,890952345	4,18E+242	9,5691E-243
557	1,1276E-242	1,274323142	6,146E+244	6,5083E-245
562	7,6684E-245	8,587123451	9,037E+246	4,4262E-247
567	5,2147E-247	5,7868E7101	1,329E+249	3,0099E-249
572	3,5458E-249	3,899723410	1,954E+251	2,0467E-251
577	2,4109E-251	2,628886522	2,874E+253	1,3916E-253
582	1,6391E-253	1,777772530	4,228E+255	9,4608E-256
587	1,1143E-255	1,1935000002	6,219E+257	6,4316E-258
592	7,5745E-258	8,042000003	9,149E+259	4,372E-260
597	5,1485E-260	5,423455824	1,346E+262	2,9717E-262
602	3,4993E-262	3,652577726	1,98E+264	2,0198E-264
607	2,3782E-264	2,461423456	2,914E+266	1,3727E-266
612	1,6161E-266	1,658787688	4,288E+268	9,3283E-269
617	1,0982E-268	1,1935000002	6,31E+270	6,3388E-271
622	7,4621E-271	8,042000003	9,287E+272	4,3071E-273
627	5,07E-273	5,423455824	1,367E+275	2,9264E-275
632	3,4445E-275	3,652577726	2,012E+277	1,9882E-277
637	2,34E-277	2,461423456	2,962E+279	1,3507E-279
642	1,5896E-279	1,658787688	4,36E+281	9,1751E-282
647	1,0797E-281	1,047345678	6,418E+283	6,2323E-284
652	7,3338E-284	7,0554234563	9,449E+285	4,2331E-286
657	4,981E-286	4,7546345677	1,391E+288	2,875E-288
662	3,3828E-288	3,2041329001	2,049E+290	1,9526E-290
667	2,2973E-290	2,159200023	3,017E+292	1,326E-292
672	1,56E-292	1,4551324501	4,442E+294	9,0042E-295
677	1,0593E-294	9,805920012	6,542E+296	6,1141E-297
682	7,1922E-297	6,608120210	9,635E+298	4,1514E-299
687	4,8832E-299	4,453223422	1,419E+301	2,8186E-301
693	1,2214E-301	1,104002321	5,674E+303	7,0502E-304

(Sumber: Pengolahan Data, 2016)

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Berdasarkan Tabel 4.26 untuk menentukan umur optimal penggantian komponen *safety valve* diambil nilai $D(tp)$ yang terkecil, maka nilai $D(tp)$ yang terkecil adalah $7,0502E-304$ pada tp (rata-rata waktu interval kerusakan) 693 jam. Ini artinya setelah selama 693 jam komponen beroperasi maka diperlukan penggantian komponen baru.

4.2.4.2 Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen *Coupling*

Untuk menentukan interval waktu penggantian komponen *Coupling* dapat di hitung sesuai dengan rumus distribusinya (normal) yaitu Rumus 2.3, 2.4 dan menggunakan perhitungan model age *replacement* pada Rumus 2.19. Berikut contoh perhitungan tp 2:

Diketahui:

$$\mu = 795,2$$

$$\sigma = 301,94$$

$$MTTF = 795$$

$$\Phi = 0,00431$$

$$\begin{aligned} F(tp) &= \Phi\left(\frac{t-u}{\sigma}\right) \\ &= 0,00431\left(\frac{2-795}{301,94}\right) \\ &= -0,011319567 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R(tp) &= 1 - \Phi\left(\frac{t-u}{\sigma}\right) \\ &= 1 - (-0,011319567) \\ &= 1,011319567 \end{aligned}$$

$$M(tp) = \frac{MTTF}{F(tp)} = \frac{795}{-0,011319567} = -70232,4$$

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

$$D(2) = \frac{3 \cdot 1,011319567 + 3 \cdot (1-1,011319567)}{(2+3) \cdot 1,011319567 + (-70232,4+3) \cdot (1-1,011319567)}$$

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$D(tp) = -4,27184E-05 \text{ atau } -0,0000427184$$

$$A(tp) = 1 - (-0,0000427184) \\ = 1,000043$$

$$T = \text{Age Replacement adalah } 357 \text{ Jam}$$

Berikut rekapitulasi hasil perhitungan interval waktu penggantian pencegahan komponen *Coupling* di tampilkan pada Tabel 4.27

Tabel 4.27 Penentuan Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen *Coupling*

tp (Jam)	Ft (tp)	R (tp)	M (tp)	D (tp)
2	-0,011319567	1,011319567	-70232,4	-4,27184E-05
7	-0,011796251	1,011796251	-67394,3	-4,45208E-05
12	-0,012188183	1,012188183	-65227,1	-4,60038E-05
17	-0,012831821	1,012831821	-61955,4	-4,84378E-05
22	-0,013363781	1,013363781	-59489,2	-5,04508E-05
27	-0,013938663	1,013938663	-57035,6	-5,26268E-05
32	-0,014434179	1,014434179	-55077,6	-5,45037E-05
37	-0,014952136	1,014952136	-53169,7	-5,64662E-05
42	-0,015462012	1,015462012	-51416,3	-5,83991E-05
47	-0,015963807	1,015963807	-49800,1	-6,03022E-05
52	-0,016457521	1,016457521	-48306,2	-6,21757E-05
57	-0,016943154	1,016943154	-46921,6	-6,40196E-05
62	-0,017420706	1,017420706	-45635,3	-6,58338E-05
67	-0,017890177	1,017890177	-44437,8	-6,76184E-05
72	-0,018351567	1,018351567	-43320,6	-6,93734E-05
77	-0,018804875	1,018804875	-42276,3	-7,10988E-05
82	-0,019250103	1,019250103	-41298,5	-7,27945E-05
87	-0,019687249	1,019687249	-40381,5	-7,44606E-05
92	-0,020116314	1,020116314	-39520,2	-7,60971E-05
97	-0,020537299	1,020537299	-38710,1	-7,7704E-05
102	-0,020950202	1,020950202	-37947,1	-7,92812E-05
107	-0,021355024	1,021355024	-37227,8	-8,08288E-05
112	-0,021751765	1,021751765	-36548,8	-8,23467E-05
117	-0,022140425	1,022140425	-35907,2	-8,3835E-05
122	-0,022521004	1,022521004	-35300,4	-8,52936E-05
127	-0,022893502	1,022893502	-34726	-8,67225E-05
132	-0,023257919	1,023257919	-34181,9	-8,81217E-05
137	-0,023614254	1,023614254	-33666,1	-8,94911E-05
142	-0,023962509	1,023962509	-33176,8	-9,08309E-05

Tabel 4.27 Penentuan Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen *Coupling* (Lanjutan)

tp (Jam)	Ft (tp)	R (tp)	M (tp)	D (tp)
147	-0,024302683	1,024302683	-32712,4	-9,21408E-05
152	-0,024634775	1,024634775	-32271,5	-9,3421E-05
157	-0,024958787	1,024958787	-31852,5	-9,46713E-05
162	-0,025274717	1,025274717	-31454,4	-9,58918E-05
167	-0,025582566	1,025582566	-31075,9	-9,70824E-05
172	-0,025882334	1,025882334	-30715,9	-9,82432E-05
177	-0,026174021	1,026174021	-30373,6	-9,9374E-05
182	-0,026457627	1,026457627	-30048	-0,000100475
187	-0,026733152	1,026733152	-29738,4	-0,000101546
192	-0,027000596	1,027000596	-29443,8	-0,000102587
197	-0,027259959	1,027259959	-29163,7	-0,000103597
202	-0,027511241	1,027511241	-28897,3	-0,000104578
207	-0,027754441	1,027754441	-28644,1	-0,000105529
212	-0,027989561	1,027989561	-28403,4	-0,000106449
217	-0,028216599	1,028216599	-28174,9	-0,000107339
222	-0,028435557	1,028435557	-27958	-0,000108199
227	-0,028646433	1,028646433	-27752,1	-0,000109029
232	-0,028849228	1,028849228	-27557,1	-0,000109828
237	-0,029043943	1,029043943	-27372,3	-0,000110597
242	-0,029230576	1,029230576	-27197,5	-0,000111336
247	-0,029409128	1,029409128	-27032,4	-0,000112044
252	-0,029579599	1,029579599	-26876,6	-0,000112722
257	-0,029741988	1,029741988	-26729,9	-0,000113369
262	-0,029896297	1,029896297	-26591,9	-0,000113986
267	-0,030042525	1,030042525	-26462,5	-0,000114572
272	-0,030180672	1,030180672	-26341,4	-0,000115127
277	-0,030310737	1,030310737	-26228,3	-0,000115652
282	-0,030432722	1,030432722	-26123,2	-0,000116146
287	-0,030546625	1,030546625	-26025,8	-0,000116609
292	-0,030652448	1,030652448	-25935,9	-0,000117041
297	-0,030750189	1,030750189	-25853,5	-0,000117443
302	-0,030839849	1,030839849	-25778,3	-0,000117813
307	-0,030921428	1,030921428	-25710,3	-0,000118153
312	-0,030994926	1,030994926	-25649,4	-0,000118461
317	-0,031060343	1,031060343	-25595,3	-0,000118739
322	-0,031117679	1,031117679	-25548,2	-0,000118985
327	-0,031166934	1,031166934	-25507,8	-0,000119201
332	-0,031208108	1,031208108	-25474,1	-0,000119385

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 4.27 Penentuan Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen *Coupling* (Lanjutan)

tp (Jam)	Ft (tp)	R (tp)	M (tp)	D (tp)
337	-0,0312412	1,0312412	-25447,2	-0,000119538
342	-0,031266212	1,031266212	-25426,8	-0,000119666
347	-0,031283142	1,031283142	-25413	-0,00011975
352	-0,031291992	1,031291992	-25405,9	-0,000119809
357	-0,03129276	1,03129276	-25405,2	-0,000119837
362	-0,031285447	1,031285447	-25411,2	-0,000119833
367	-0,031270054	1,031270054	-25423,7	-0,000119798
372	-0,031246579	1,031246579	-25442,8	-0,000119731
377	-0,031215023	1,031215023	-25468,5	-0,000119633
382	-0,031175386	1,031175386	-25500,9	-0,000119503
387	-0,031127668	1,031127668	-25540	-0,000119342
392	-0,031071869	1,031071869	-25585,8	-0,000119148
397	-0,031007988	1,031007988	-25638,6	-0,000118924
402	-0,030936027	1,030936027	-25698,2	-0,000118667
407	-0,030855985	1,030855985	-25764,9	-0,000118379
412	-0,030767861	1,030767861	-25838,7	-0,000118059
417	-0,030671657	1,030671657	-25919,7	-0,000117708
422	-0,030567371	1,030567371	-26008,1	-0,000117324
427	-0,030455004	1,030455004	-26104,1	-0,000116909
432	-0,030334557	1,030334557	-26207,7	-0,000116461
437	-0,030206028	1,030206028	-26319,3	-0,000115982
442	-0,030069418	1,030069418	-26438,8	-0,000115471
447	-0,029924727	1,029924727	-26566,7	-0,000115
452	-0,029771955	1,029771955	-26703	-0,000114
457	-0,029611102	1,029611102	-26848	-0,000113746
462	-0,029442167	1,029442167	-27002,1	-0,000113107
467	-0,029265152	1,029265152	-27165,4	-0,000112436
472	-0,029080056	1,029080056	-27338,3	-0,000111734
477	-0,028886878	1,028886878	-27521,1	-0,000110999
482	-0,02868562	1,02868562	-27714,2	-0,000110232
487	-0,02847628	1,02847628	-27918	-0,000109433
492	-0,028258859	1,028258859	-28132,8	-0,000108602
497	-0,028033358	1,028033358	-28359,1	-0,000107739
502	-0,027799775	1,027799775	-28597,4	-0,000106844
507	-0,027558111	1,027558111	-28848,1	-0,000105917
512	-0,027308366	1,027308366	-29112	-0,000104958
517	-0,02705054	1,02705054	-29389,4	-0,000103967
522	-0,026784633	1,026784633	-29681,2	-0,000102943

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 4.27 Penentuan Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen *Coupling* (Lanjutan)

tp (Jam)	Ft (tp)	R (tp)	M (tp)	D (tp)
527	-0,026510644	1,026510644	-29988	-0,000101888
532	-0,026228575	1,026228575	-30310,5	-0,000100801
537	-0,025938425	1,025938425	-30649,5	-9,96824E-05
542	-0,025640193	1,025640193	-31006	-9,85315E-05
547	-0,025333881	1,025333881	-31380,9	-9,73487E-05
552	-0,025019487	1,025019487	-31775,2	-9,61341E-05
557	-0,024697013	1,024697013	-32190,1	-9,48875E-05
562	-0,024366457	1,024366457	-32626,8	-9,36092E-05
567	-0,02402782	1,02402782	-33086,6	-9,22991E-05
572	-0,023681102	1,023681102	-33571,1	-9,09573E-05
577	-0,023326303	1,023326303	-34081,7	-8,95837E-05
582	-0,022963423	1,022963423	-34620,3	-8,81785E-05
587	-0,022592462	1,022592462	-35188,7	-8,67416E-05
592	-0,02221342	1,02221342	-35789,2	-8,52732E-05
597	-0,021826297	1,021826297	-36424	-8,37733E-05
602	-0,021431092	1,021431092	-37095,6	-8,22419E-05
607	-0,021027807	1,021027807	-37807,1	-8,06792E-05
612	-0,02061644	1,02061644	-38561,5	-7,90851E-05
617	-0,020196993	1,020196993	-39362,3	-7,74597E-05
622	-0,019769464	1,019769464	-40213,5	-7,58031E-05
627	-0,019333854	1,019333854	-41119,6	-7,41153E-05
632	-0,018890164	1,018890164	-42085,4	-7,23965E-05
637	-0,018438392	1,018438392	-43116,6	-7,06467E-05
642	-0,017978539	1,017978539	-44219,4	-6,8866E-05
647	-0,017510605	1,017510605	-45401,1	-6,70545E-05
652	-0,01703459	1,01703459	-46669,7	-6,52122E-05
657	-0,016550493	1,016550493	-48034,8	-6,33393E-05
662	-0,016058316	1,016058316	-49507,1	-6,14358E-05
667	-0,015558058	1,015558058	-51098,9	-5,95019E-05
672	-0,015049718	1,015049718	-52824,9	-5,75376E-05
677	-0,014533298	1,014533298	-54702	-5,55431E-05
682	-0,014008796	1,014008796	-56750,1	-5,35184E-05
687	-0,013476214	1,013476214	-58992,8	-5,14636E-05
692	-0,01293555	1,01293555	-61458,5	-4,9379E-05
697	-0,012386805	1,012386805	-64181,2	-4,72645E-05
702	-0,011829979	1,011829979	-67202,1	-4,51204E-05
707	-0,011265073	1,011265073	-70572,1	-4,29466E-05
712	-0,010692085	1,010692085	-74354,1	-4,07435E-05

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 4.27 Penentuan Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen *Coupling* (Lanjutan)

tp (Jam)	Ft (tp)	R (tp)	M (tp)	D (tp)
717	-0,010111015	1,010111015	-78627,1	-3,8511E-05
722	-0,009521865	1,009521865	-83492	-3,62493E-05
727	-0,008924634	1,008924634	-89079,3	-3,39586E-05
732	-0,008319322	1,008319322	-95560,7	-3,1639E-05
737	-0,007705928	1,007705928	-103167	-2,92907E-05
742	-0,007084454	1,007084454	-112218	-2,69137E-05
747	-0,006454898	1,006454898	-123162	-2,45083E-05
752	-0,005817262	1,005817262	-136662	-2,20746E-05
757	-0,005171544	1,005171544	-153726	-1,96127E-05
762	-0,004517745	1,004517745	-175973	-1,71229E-05
767	-0,003855865	1,003855865	-206179	-1,46052E-05
772	-0,003185904	1,003185904	-249537	-1,20599E-05
777	-0,002507862	1,002507862	-317003	-9,48703E-06
782	-0,001821739	1,001821739	-436396	-6,8869E-06
787	-0,001127535	1,001127535	-705078	-4,25963E-06
792	-0,00042525	1,00042525	-1869488	-1,6054E-06
796	0,000142558	0,999857442	5576673	5,37878E-07

(Sumber: Pengolahan Data, 2016)

Berdasarkan Tabel 4.27 untuk menentukan umur optimal penggantian komponen *Coupling* diambil nilai D(tp) yang terkecil, maka nilai D(tp) yang terkecil adalah -0,000119837 pada tp (rata-rata waktu interval kerusakan) 357 jam. Ini artinya setelah selama 357 jam komponen beroperasi maka diperlukan penggantian komponen baru.

4.2.4.3 Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen *Bearing*

Untuk menentukan interval waktu penggantian komponen *Bearing* dapat di hitung sesuai dengan rumus distribusinya (Weibull) yaitu Rumus 2.10, 2.11, 2.12 dan menggunakan perhitungan model age *replacement* pada Rumus 2.19.

Berikut contoh perhitungan tp 2:

$$\begin{aligned}
 \text{Diketahui: } \theta &= 644,86 \\
 &= 1,591 \\
 \text{MTTF} &= 647 \\
 e &= 2,7182
 \end{aligned}$$

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

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

$$= 0,0028105$$

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

$$= 0,995077898$$

$$M(tp) = \frac{MTTF}{F(tp)} = \frac{647}{0,0028105} = 230208,21$$

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

$$D(2) = \frac{6 \cdot 0,995077898 + 6 \cdot (1 - 0,995077898)}{(2+6) \cdot 0,995077898 + (248826,95 + 6 \cdot (1 - 0,995077898))}$$

$$D(tp) = 2,61E-05$$

$$A(tp) = 1 - 2,61E-05$$

$$= 0,999974$$

$$T = \text{Age Replacement adalah } 647 \text{ Jam}$$

Berikut rekapitulasi hasil perhitungan interval waktu penggantian pencegahan komponen *Bearing* di tampilkan pada Tabel 4.28

Tabel 4.28 Penentuan Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen *Bearing*

tp (Jam)	Ft (tp)	R (tp)	M (tp)	D (tp)
2	0,0028105	0,995077898	230208,2104	2,61E-05
7	5,401E-06	0,000912074	119785301,8	5,01E-08
12	5,005E-08	6,146430001	12926096605	4,64E-10
17	4,144E-10	4,142062201	1,56126E+12	3,84E-12
22	3,252E-12	2,791320002	1,98933E+14	3,02E-14
27	2,474E-14	1,881060003	2,61546E+16	2,29E-16
32	1,843E-16	1,267640021	3,51033E+18	1,71E-18
37	1,353E-18	8,542560003	4,7807E+20	1,26E-20
42	9,83E-21	5,756800004	6,58211E+22	9,12E-23
47	7,079E-23	3,879400005	9,13909E+24	6,57E-25
52	5,065E-25	2,614370006	1,2775E+27	4,7E-27
57	3,603E-27	1,761810007	1,79558E+29	3,34E-29
62	2,552E-29	1,187280003	2,53531E+31	2,37E-31
67	1,8E-31	8,001032202	3,59361E+33	1,67E-33

Tabel 4.28 Penentuan Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen Bearing (Lanjutan)

tp (Jam)	Ft (tp)	R (tp)	M (tp)	D (tp)
72	1,266E-33	5,391863452	5,11051E+35	1,17E-35
77	8,877E-36	3,633552352	7,28851E+37	8,23E-38
82	6,209E-38	2,448640023	1,04207E+40	5,76E-40
87	4,333E-40	1,650130002	1,49318E+42	4,02E-42
92	3,018E-42	1,112010003	2,14377E+44	2,8E-44
97	2,098E-44	7,493820002	3,0832E+46	1,95E-46
102	1,457E-46	5,0500634002	4,44127E+48	1,35E-48
107	1,01E-48	3,403210007	6,40666E+50	9,37E-51
112	6,992E-51	2,293410009	9,25372E+52	6,48E-53
117	4,835E-53	1,545522301	1,33818E+55	4,48E-55
122	3,34E-55	1,041523452	1,93722E+57	3,1E-57
127	2,305E-57	7,018772221	2,80723E+59	2,14E-59
132	1,589E-59	2,448640023	4,07168E+61	1,47E-61
137	1,095E-61	1,650130002	5,91068E+63	1,02E-63
142	7,535E-64	1,112010003	8,58705E+65	6,99E-66
147	5,182E-66	7,493820002	1,24844E+68	4,81E-68
152	3,562E-68	5,0500634002	1,81631E+70	3,3E-70
157	2,447E-70	3,403210007	2,64418E+72	2,27E-72
162	1,68E-72	2,293410009	3,85169E+74	1,56E-74
167	1,153E-74	1,545522301	5,61379E+76	1,07E-76
172	7,903E-77	1,041523452	8,18637E+78	7,33E-79
177	5,417E-79	3,633552352	1,19438E+81	5,02E-81
182	3,711E-81	2,448640023	1,74341E+83	3,44E-83
187	2,541E-83	1,650130002	2,54596E+85	2,36E-85
192	1,739E-85	1,112010003	3,71951E+87	1,61E-87
197	1,19E-87	7,493820002	5,43619E+89	1,1E-89
202	8,14E-90	5,0500634002	7,94819E+91	7,55E-92
207	5,566E-92	3,403210007	1,16252E+94	5,16E-94
212	3,804E-94	2,293410009	1,70091E+96	3,53E-96
217	2,599E-96	1,545522301	2,48946E+98	2,41E-98
222	1,775E-98	1,041523452	3,6447E+100	1,6E-100
227	1,21E-100	7,018772221	5,3377E+102	1,1E-102
232	8,27E-103	2,448640023	7,8193E+104	7,7E-105
237	5,65E-105	1,650130002	1,1458E+107	5,2E-107
242	3,85E-107	1,112010003	1,6794E+109	3,6E-109
247	2,63E-109	7,493820002	2,4621E+111	2,4E-111
252	1,79E-111	3,639900231	3,6106E+113	1,7E-113
257	1,22E-113	2,452900002	5,2959E+115	1,1E-115

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 4.28 Penentuan Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen Bearing (Lanjutan)

tp (Jam)	Ft (tp)	R (tp)	M (tp)	D (tp)
262	8,33E-116	1,653234344	7,7696E+117	7,7E-118
267	5,67E-118	1,112010003	1,1401E+120	5,3E-120
272	3,87E-120	7,493820002	1,6734E+122	3,6E-122
277	2,63E-122	5,0500634002	2,4566E+124	2,4E-124
282	1,79E-124	3,403210007	3,607E+126	1,7E-126
287	1,22E-126	2,293410009	5,2972E+128	1,1E-128
292	8,32E-129	1,545522301	7,7807E+130	7,7E-131
297	5,66E-131	1,041523452	1,1431E+133	5,2E-133
302	3,85E-133	7,018772221	1,6795E+135	3,6E-135
307	2,62E-135	2,448640023	2,4682E+137	2,4E-137
312	1,78E-137	1,650130002	3,6278E+139	1,7E-139
317	1,21E-139	1,112010003	5,3329E+141	1,1E-141
322	8,25E-142	7,493820002	7,8407E+143	7,7E-144
327	5,61E-144	1,653234344	1,1529E+146	5,2E-146
332	3,82E-146	1,112010003	1,6956E+148	3,5E-148
337	2,59E-148	7,493820002	2,494E+150	2,4E-150
342	1,76E-150	5,0500634002	3,6688E+152	1,6E-152
347	1,2E-152	3,403210007	5,3976E+154	1,1E-154
352	8,15E-155	2,293410009	7,9421E+156	7,6E-157
357	5,54E-157	1,545522301	1,1688E+159	5,1E-159
362	3,76E-159	1,041523452	1,7201E+161	3,5E-161
367	2,56E-161	7,018772221	2,5319E+163	2,4E-163
372	1,74E-163	1,112010003	3,7272E+165	1,6E-165
377	1,18E-165	7,493820002	5,4873E+167	1,1E-167
382	8,01E-168	1,653234344	8,0795E+169	7,4E-170
387	5,44E-170	1,112010003	1,1897E+172	5E-172
392	3,69E-172	7,493820002	1,7521E+174	3,4E-174
397	2,51E-174	5,0500634002	2,5806E+176	2,3E-176
402	1,7E-176	3,403210007	3,8012E+178	1,6E-178
407	1,16E-178	2,293410009	5,5995E+180	1,1E-180
412	7,84E-181	1,545522301	8,2494E+182	7,3E-183
417	5,32E-183	1,041523452	1,2154E+185	4,9E-185
422	3,61E-185	7,018772221	1,7909E+187	3,4E-187
427	2,45E-187	3,646200003	2,6392E+189	2,3E-189
432	1,66E-189	2,457200002	3,8894E+191	1,5E-191
437	1,13E-191	1,6559000024	5,7324E+193	1E-193
442	7,66E-194	1,115900032	8,4494E+195	7,1E-196
447	5,19E-196	7,519909872	1,2455E+198	4,8E-198

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 4.28 Penentuan Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen Bearing (Lanjutan)

tp (Jam)	Ft (tp)	R (tp)	M (tp)	D (tp)
452	3,52E-198	5,06762001	1,8361E+200	3,3E-200
457	2,39E-200	3,41500023	2,7069E+202	2,2E-202
462	1,62E-202	2,30143292	3,9911E+204	1,5E-204
467	1,1E-204	1,112010003	5,8849E+206	1E-206
472	7,46E-207	7,493820002	8,6778E+208	6,9E-209
477	5,06E-209	1,653234344	1,2797E+211	4,7E-211
482	3,43E-211	1,112010003	1,8873E+213	3,2E-213
487	2,32E-213	7,493820001	2,7836E+215	2,2E-215
492	1,58E-215	5,0500634002	4,1057E+217	1,5E-217
497	1,07E-217	3,403210007	6,0562E+219	9,9E-220
502	7,24E-220	2,293410009	8,9338E+221	6,7E-222
507	4,91E-222	1,545522301	1,318E+224	4,6E-224
512	3,33E-224	1,041523452	1,9444E+226	3,1E-226
517	2,26E-226	7,018772221	2,8688E+228	2,1E-228
522	1,53E-228	5,06762001	4,2329E+230	1,4E-230
527	1,04E-230	3,41500023	6,246E+232	9,6E-233
532	7,02E-233	2,30143292	9,2168E+234	6,5E-235
537	4,76E-235	1,112010003	1,3602E+237	4,4E-237
542	3,22E-237	7,493820002	2,0073E+239	3E-239
547	2,18E-239	1,653234344	2,9626E+241	2E-241
552	1,48E-241	1,112010003	4,3726E+243	1,4E-243
557	1E-243	7,493820002	6,454E+245	9,3E-246
562	6,79E-246	5,0500634002	9,5267E+247	6,3E-248
567	4,6E-248	3,403210007	1,4063E+250	4,3E-250
572	3,12E-250	2,293410009	2,076E+252	2,9E-252
577	2,11E-252	1,545522301	3,0648E+254	2E-254
582	1,43E-254	1,041523452	4,5248E+256	1,3E-256
587	9,68E-257	7,018772221	6,6805E+258	9E-259
592	6,56E-259	8,042823421	9,8637E+260	6,1E-261
597	4,44E-261	5,420005601	1,4564E+263	4,1E-263
602	3,01E-263	3,652534202	2,1506E+265	2,8E-265
607	2,04E-265	1,112010003	3,1757E+267	1,9E-267
612	1,38E-267	7,493820002	4,6896E+269	1,3E-269
617	9,34E-270	1,653234344	6,9256E+271	8,7E-272
622	6,33E-272	1,112010003	1,0228E+274	5,9E-274
627	4,28E-274	7,493820002	1,5106E+276	4E-276
632	2,9E-276	3,4210032423	2,2311E+278	2,7E-278
637	1,96E-278	2,305456542	3,2953E+280	1,8E-280

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 4.28 Penentuan Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen *Bearing* (Lanjutan)

tp (Jam)	Ft (tp)	R (tp)	M (tp)	D (tp)
642	1,33E-280	1,55362091	4,8674E+282	1,2E-282
647	9E-283	1,04720027	7,1897E+284	8,3E-285

(Sumber: Pengolahan Data, 2016)

Berdasarkan Tabel 4.28 untuk menentukan umur optimal penggantian komponen *Bearing* diambil nilai D(tp) yang terkecil, maka nilai D(tp) yang terkecil adalah 8,3E-285 pada tp (rata-rata waktu interval kerusakan) 647 jam. Ini artinya setelah selama 647 jam komponen beroperasi maka diperlukan penggantian komponen baru.

4.2.4.4 Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen *Shaft*

Untuk menentukan interval waktu penggantian komponen *Shaft* dapat di hitung sesuai dengan rumus distribusinya (Weibull) yaitu Rumus 2.10, 2.11, 2.12 dan menggunakan perhitungan model age *replacement* pada Rumus 2.19. Berikut contoh perhitungan tp 2:

$$\text{Diketahui: } \theta = 658,06$$

$$= 2,8376$$

$$\text{MTTF} = 612$$

$$e = 2,7182$$

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

$$= 0,002247864$$

$$R(tp) = e^{-(t/\theta)}$$

$$= 0,991413201$$

$$M(tp) = \frac{\text{MTTF}}{F(tp)} = \frac{612}{0,002247864} = 272258,4718$$

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

$$D(2) = \frac{1 \cdot 0,991413201 + 6 \cdot (1 - 0,991413201)}{(2+1) \cdot 0,991413201 + 272258,4718 + 1 \cdot (1 - 0,991413201)}$$

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$D(tp) = 3,67E-06$$

$$A(tp) = 1 - 3,67E-06$$

$$= 0,999996$$

$$T = \text{Age Replacement adalah } 612 \text{ Jam}$$

Berikut rekapitulasi hasil perhitungan interval waktu penggantian pencegahan komponen *Shaft* di tampilkan pada Tabel 4.29

Tabel 4.29 Penentuan Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen *Shaft*

tp (Jam)	Ft (tp)	R (tp)	M (tp)	D (tp)
2	0,002247864	0,991413201	272258,4718	3,6729E-06
7	2,06693E-05	0,000912074	29609189,43	3,3773E-08
12	3,75033E-07	6,146430075	1631857605	6,128E-10
17	4,79327E-09	4,142060076	1,27679E+11	7,8321E-12
22	5,18785E-11	2,791320002	1,17968E+13	8,4769E-14
27	5,09353E-13	1,881060003	1,20152E+15	8,3228E-16
32	4,69031E-15	1,267640042	1,30482E+17	7,6639E-18
37	4,12722E-17	8,542560003	1,48284E+19	6,7438E-20
42	3,5108E-19	5,756845542	1,74319E+21	5,7366E-22
47	2,90913E-21	3,879482334	2,10372E+23	4,7535E-24
52	2,36068E-23	2,614372324	2,59247E+25	3,8573E-26
57	1,88321E-25	1,761810021	3,24978E+27	3,0771E-28
62	1,48113E-27	1,187280232	4,13197E+29	2,4202E-30
67	1,15102E-29	8,001030023	5,31702E+31	1,8808E-32
72	8,85351E-32	5,391860032	6,91251E+33	1,4467E-34
77	6,74978E-34	3,633553450	9,06696E+35	1,1029E-36
82	5,10613E-36	2,448643423	1,19856E+38	8,3433E-39
87	3,83637E-38	9,542560003	1,59526E+40	6,2686E-41
92	2,8649E-40	5,756845542	2,1362E+42	4,6812E-43
97	2,12783E-42	3,879482334	2,87616E+44	3,4769E-45
102	1,57269E-44	2,614372324	3,89143E+46	2,5698E-47
107	1,15725E-46	1,761810021	5,28839E+48	1,8909E-49
112	8,48141E-49	1,187280232	7,21578E+50	1,3859E-51
117	6,19322E-51	8,001030023	9,88178E+52	1,012E-53
122	4,50719E-53	5,391860032	1,35783E+55	7,3647E-56
127	3,27004E-55	3,633553450	1,87153E+57	5,3432E-58
132	2,36572E-57	2,448643423	2,58695E+59	3,8656E-60
137	1,70698E-59	3,187480001	3,58529E+61	2,7892E-62
142	1,22865E-61	2,148033242	4,98108E+63	2,0076E-64

Tabel 4.29 Penentuan Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen *Shaft* (Lanjutan)

tp (Jam)	Ft (tp)	R (tp)	M (tp)	D (tp)
147	8,82344E-64	2,614372324	6,93607E+65	1,4417E-66
152	6,32302E-66	1,761810021	9,67892E+67	1,0332E-68
157	4,52217E-68	1,187280232	1,35333E+70	7,3892E-71
162	3,22819E-70	8,001030023	1,8958E+72	5,2748E-73
167	2,30044E-72	5,391860032	2,66036E+74	3,7589E-75
172	1,63662E-74	3,633553450	3,73942E+76	2,6742E-77
177	1,16254E-76	2,448643423	5,26432E+78	1,8996E-79
182	8,24581E-79	3,187480001	7,42195E+80	1,3474E-81
187	5,84057E-81	2,148033242	1,04784E+83	9,5434E-84
192	4,13149E-83	2,614372324	1,48131E+85	6,7508E-86
197	2,91888E-85	1,761810021	2,09669E+87	4,7694E-88
202	2,05974E-87	1,187280232	2,97125E+89	3,3656E-90
207	1,45184E-89	8,001030023	4,21535E+91	2,3723E-92
212	1,02225E-91	5,391860032	5,98677E+93	1,6703E-94
217	7,19044E-94	3,633553450	8,5113E+95	1,1749E-96
222	5,05275E-96	2,448643423	1,21122E+98	8,256E-99
227	3,54728E-98	3,187480001	1,7253E+100	5,796E-101
232	2,4882E-100	2,148033242	2,4597E+102	4,066E-103
237	1,7438E-102	8,001030023	3,5097E+104	2,849E-105
242	1,2211E-104	5,391860032	5,012E+106	1,995E-107
247	8,5439E-107	3,633553450	7,163E+108	1,396E-109
252	5,9737E-109	2,448643423	1,0245E+111	9,761E-112
257	4,1736E-111	3,187480001	1,4663E+113	6,82E-114
262	2,914E-113	2,148033242	2,1002E+115	4,761E-116
267	2,0331E-115	2,614372324	3,0101E+117	3,322E-118
272	1,4176E-117	1,761810021	4,3171E+119	2,316E-120
277	9,8786E-120	1,187280232	6,1952E+121	1,614E-122
282	6,8796E-122	8,001030023	8,8959E+123	1,124E-124
287	4,7883E-124	5,391860032	1,2781E+126	7,824E-127
292	3,3309E-126	1,548200021	1,8374E+128	5,443E-129
297	2,3158E-128	1,043300212	2,6427E+130	3,784E-131
302	1,6092E-130	7,031232314	3,8031E+132	2,629E-133
307	1,1177E-132	4,738123522	5,4756E+134	1,826E-135
312	7,7589E-135	3,193234221	7,8877E+136	1,268E-137
317	5,3837E-137	2,1518321993	1,1368E+139	8,797E-140
322	3,7339E-139	1,4501992112	1,639E+141	6,101E-142
327	2,5885E-141	9,7719232431	2,3643E+143	4,23E-144
332	1,7937E-143	6,5853000023	3,4119E+145	2,931E-146

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 4.29 Penentuan Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen *Shaft* (Lanjutan)

tp (Jam)	Ft (tp)	R (tp)	M (tp)	D (tp)
337	1,2425E-145	4,437856542	4,9257E+147	2,03E-148
342	8,6026E-148	2,990622227	7,1142E+149	1,406E-150
347	5,9539E-150	2,015422223	1,0279E+152	9,729E-153
352	4,1192E-152	2,614372324	1,4857E+154	6,731E-155
357	2,8488E-154	1,761810021	2,1483E+156	4,655E-157
362	1,9695E-156	1,187280232	3,1074E+158	3,218E-159
367	1,3611E-158	8,001030023	4,4963E+160	2,224E-161
372	9,4035E-161	5,391860032	6,5082E+162	1,537E-163
377	6,4944E-163	1,548200021	9,4236E+164	1,061E-165
382	4,4838E-165	1,043300212	1,3649E+167	7,326E-168
387	3,0947E-167	7,031232314	1,9776E+169	5,057E-170
392	2,1353E-169	4,738123522	2,8661E+171	3,489E-172
397	1,4729E-171	3,193234221	4,1552E+173	2,407E-174
402	1,0156E-173	4,437856542	6,0257E+175	1,66E-176
407	7,0016E-176	2,990622227	8,7408E+177	1,144E-178
412	4,8254E-178	2,015422223	1,2683E+180	7,885E-181
417	3,3247E-180	2,614372324	1,8407E+182	5,433E-183
422	2,2901E-182	1,761810021	2,6723E+184	3,742E-185
427	1,5771E-184	1,187280232	3,8806E+186	2,577E-187
432	1,0858E-186	8,001030023	5,6365E+188	1,774E-189
437	7,4734E-189	5,391860032	8,1891E+190	1,221E-191
442	5,1427E-191	1,548200021	1,19E+193	8,403E-194
447	3,538E-193	1,043300212	1,7298E+195	5,781E-196
452	2,4335E-195	7,031232314	2,5149E+197	3,976E-198
457	1,6734E-197	4,738123522	3,6572E+199	2,734E-200
462	1,1505E-199	3,193234221	5,3195E+201	1,88E-202
467	7,9079E-202	1,550920342	7,7391E+203	1,292E-204
472	5,4344E-204	1,761810021	1,1262E+206	8,88E-207
477	3,7338E-206	1,187280232	1,6391E+208	6,101E-209
482	2,5649E-208	8,001030023	2,3861E+210	4,191E-211
487	1,7616E-210	5,391860032	3,4742E+212	2,878E-213
492	1,2096E-212	1,548200021	5,0595E+214	1,976E-215
497	8,3044E-215	1,043300212	7,3696E+216	1,357E-217
502	5,7002E-217	7,031232314	1,0736E+219	9,314E-220
507	3,9119E-219	4,738123522	1,5644E+221	6,392E-222
512	2,6842E-221	3,193234221	2,28E+223	4,386E-224
517	1,8415E-223	2,995823422	3,3234E+225	3,009E-226
522	1,2631E-225	2,018934502	4,8452E+227	2,064E-228

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 4.29 Penentuan Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen *Shaft* (Lanjutan)

tp (Jam)	Ft (tp)	R (tp)	M (tp)	D (tp)
527	8,6624E-228	1,360500233	7,065E+229	1,415E-230
532	5,9398E-230	9,168323321	1,0303E+232	9,705E-233
537	4,0722E-232	6,178523423	1,5029E+234	6,654E-235
542	2,7914E-234	4,738123522	2,1925E+236	4,561E-237
547	1,9131E-236	3,193234221	3,199E+238	3,126E-239
552	1,311E-238	1,550920342	4,6683E+240	2,142E-241
557	8,9822E-241	1,761810021	6,8135E+242	1,468E-243
562	6,1533E-243	1,187280232	9,9459E+244	1,005E-245
567	4,2147E-245	8,001030023	1,4521E+247	6,887E-248
572	2,8865E-247	5,391860032	2,1202E+249	4,716E-250
577	1,9765E-249	1,548200021	3,0963E+251	3,23E-252
582	1,3533E-251	1,771000027	4,5224E+253	2,211E-254
587	9,2641E-254	1,193577783	6,6061E+255	1,514E-256
592	6,3411E-256	8,042832112	9,6513E+257	1,036E-258
597	4,3398E-258	5,423423244	1,4102E+260	7,091E-261
602	2,9698E-260	3,652502003	2,0608E+262	4,853E-263
607	2,032E-262	2,461423301	3,0119E+264	3,32E-265
612	1,3901E-264	1,658711351	4,4025E+266	2,271E-267

(Sumber: Pengolahan Data, 2016)

Berdasarkan Tabel 4.28 untuk menentukan umur optimal penggantian komponen *Shaft* diambil nilai $D(tp)$ yang terkecil, maka nilai $D(tp)$ yang terkecil adalah $2,271E-267$ pada tp (rata-rata waktu interval kerusakan) 612 jam. Ini artinya setelah selama 612 jam komponen beroperasi maka diperlukan penggantian komponen baru.

4.2.4.5 Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen *Ring*

Untuk menentukan interval waktu penggantian komponen *Ring* dapat di hitung sesuai dengan rumus distribusinya (normal) yaitu Rumus 2.3, 2.4 dan menggunakan perhitungan model age *replacement* pada Rumus 2.19. Berikut contoh perhitungan tp 2:

Diketahui:

$$\mu = 606,23$$

$$\sigma = 170,66$$

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$MTTF = 607$$

$$\Phi = 1,9966E-06$$

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

$$= 1,9966E-06 \left(\frac{2-606,23}{170,66} \right)$$

$$= -7,0691E-06$$

$$R(tp) = 1 - \Phi \left(\frac{t-u}{\sigma} \right)$$

$$= 1 - (-7,0691E-06)$$

$$= 1,000007$$

$$M(tp) = \frac{MTTF}{F(tp)} = \frac{607}{-7,0691E-06} = -8,5867E+07$$

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

$$D(2) = \frac{2 \cdot 1,000007E+00 + 2 \cdot (1-1,000007E+00)}{(2+2) \cdot 1,000007E+00 + (-8,5867E+07) + 2 \cdot (1-1,000007E+00)}$$

$$D(tp) = -2,32915E-08$$

$$A(tp) = 1 - (-2,32915E-08)$$

$$= 1,00000002$$

$$T = \text{Age Replacement adalah } 287 \text{ Jam}$$

Berikut rekapitulasi hasil perhitungan interval waktu penggantian pencegahan komponen *Ring* di tampilkan pada Tabel 4.30

Tabel 4.30 Penentuan Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen *Ring*

tp (Jam)	Ft (tp)	R (tp)	M (tp)	D (tp)
2	-7,0691E-06	1,000007	-8,5867E+07	-2,32915E-08
7	-0,00078304	1,000783	-775179,98	-2,57705E-06
12	-0,00086666	1,000867	-700391,65	-2,85189E-06
17	-0,00095832	1,000958	-633400,94	-3,15311E-06
22	-0,00102933	1,001029	-589701,23	-3,38645E-06
27	-0,0011084	1,001108	-547637,4	-3,64617E-06
32	-0,00118594	1,001186	-511828,8	-3,90086E-06

Tabel 4.30 Penentuan Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen *Ring* (Lanjutan)

tp (Jam)	Ft (tp)	R (tp)	M (tp)	D (tp)
37	-0,00126197	1,001262	-480993,17	-4,15053E-06
42	-0,00133648	1,001336	-454176,83	-4,39517E-06
47	-0,00140948	1,001409	-430655,74	-4,63479E-06
52	-0,00148096	1,001481	-409870,36	-4,86939E-06
57	-0,00155092	1,001551	-391381,45	-5,09899E-06
62	-0,00161936	1,001619	-374839,42	-5,32357E-06
67	-0,00168629	1,001686	-359962,55	-5,54314E-06
72	-0,0017517	1,001752	-346521,33	-5,75772E-06
77	-0,00181559	1,001816	-334326,91	-5,96729E-06
82	-0,00187796	1,001878	-323222,47	-6,17187E-06
87	-0,00193882	1,001939	-313076,75	-6,37145E-06
92	-0,00199816	1,001998	-303779,03	-6,56604E-06
97	-0,00205599	1,002056	-295235,33	-6,75564E-06
102	-0,00211229	1,002112	-287365,29	-6,94025E-06
107	-0,00216708	1,002167	-280099,88	-7,11988E-06
112	-0,00222036	1,002220	-273379,45	-7,29452E-06
117	-0,00227211	1,002272	-267152,21	-7,46419E-06
122	-0,00232235	1,002322	-261372,97	-7,62887E-06
127	-0,00237107	1,002371	-256002,17	-7,78858E-06
132	-0,00241828	1,002418	-251005,01	-7,94332E-06
137	-0,00246397	1,002464	-246350,79	-8,09308E-06
142	-0,00250814	1,002508	-242012,32	-8,23786E-06
147	-0,00255079	1,002551	-237965,45	-8,37768E-06
152	-0,00259193	1,002592	-234188,7	-8,51253E-06
157	-0,00263155	1,002632	-230662,85	-8,64241E-06
162	-0,00266965	1,002670	-227370,72	-8,76732E-06
167	-0,00270623	1,002706	-224296,91	-8,88727E-06
172	-0,0027413	1,002741	-221427,57	-9,00225E-06
177	-0,00277485	1,002775	-218750,25	-9,11227E-06
182	-0,00280689	1,002807	-216253,71	-9,21732E-06
187	-0,00283741	1,002837	-213927,83	-9,31741E-06
192	-0,00286641	1,002866	-211763,47	-9,41254E-06
197	-0,00289389	1,002894	-209752,37	-9,5027E-06
202	-0,00291985	1,002920	-207887,06	-9,58791E-06
207	-0,0029443	1,002944	-206160,8	-9,66815E-06
212	-0,00296724	1,002967	-204567,51	-9,74343E-06
217	-0,00298865	1,002989	-203101,7	-9,81375E-06
222	-0,00300855	1,003009	-201758,43	-9,87911E-06

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 4.30 Penentuan Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen *Ring* (Lanjutan)

tp (Jam)	Ft (tp)	R (tp)	M (tp)	D (tp)
227	-0,00302693	1,003027	-200533,27	-9,93951E-06
232	-0,00304379	1,003044	-199422,24	-9,99495E-06
237	-0,00305914	1,003059	-198421,81	-1,00454E-05
242	-0,00307297	1,003073	-197528,83	-1,00909E-05
247	-0,00308528	1,003085	-196740,54	-1,01315E-05
252	-0,00309608	1,003096	-196054,54	-1,01671E-05
257	-0,00310536	1,003105	-195468,75	-1,01977E-05
262	-0,00311312	1,003113	-194981,42	-1,02234E-05
267	-0,00311936	1,003119	-194591,1	-1,02441E-05
272	-0,00312409	1,003124	-194296,65	-1,02598E-05
277	-0,0031273	1,003127	-194097,2	-1,02706E-05
282	-0,00312899	1,003129	-193992,16	-1,02764E-05
287	-0,00312917	1,003129	-193981,24	-1,02772E-05
292	-0,00312783	1,003128	-194064,4	-1,02731E-05
297	-0,00312497	1,003125	-194241,88	-1,0264E-05
302	-0,00312059	1,003121	-194514,2	-1,025E-05
307	-0,0031147	1,003115	-194882,16	-1,02309E-05
312	-0,00310729	1,003107	-195346,84	-1,02069E-05
317	-0,00309837	1,003098	-195909,62	-1,0178E-05
322	-0,00308792	1,003088	-196572,18	-1,0144E-05
327	-0,00307596	1,003076	-197336,51	-1,01051E-05
332	-0,00306249	1,003062	-198204,94	-1,00612E-05
337	-0,00304749	1,003047	-199180,15	-1,00124E-05
342	-0,00303098	1,003031	-200265,19	-9,95851E-06
347	-0,00301295	1,003013	-201463,51	-9,89969E-06
352	-0,00299341	1,002993	-202778,97	-9,83589E-06
357	-0,00297234	1,002972	-204215,9	-9,76711E-06
362	-0,00294976	1,002950	-205779,11	-9,69335E-06
367	-0,00292567	1,002926	-207473,97	-9,61461E-06
372	-0,00290005	1,002900	-209306,41	-9,53088E-06
377	-0,00287292	1,002873	-211283,02	-9,44217E-06
382	-0,00284428	1,002844	-213411,08	-9,34847E-06
387	-0,00281411	1,002814	-215698,66	-9,24978E-06
392	-0,00278243	1,002782	-218154,7	-9,14611E-06
397	-0,00274923	1,002749	-220789,08	-9,03744E-06
402	-0,00271451	1,002715	-223612,76	-8,92378E-06
407	-0,00267828	1,002678	-226637,9	-8,80513E-06
412	-0,00264053	1,002641	-229878	-8,68148E-06

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 4.30 Penentuan Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen *Ring* (Lanjutan)

tp (Jam)	Ft (tp)	R (tp)	M (tp)	D (tp)
417	-0,00260126	1,002601	-233348,11	-8,55284E-06
422	-0,00256048	1,002560	-237064,96	-8,4192E-06
427	-0,00251818	1,002518	-241047,26	-8,28056E-06
432	-0,00247436	1,002474	-245315,96	-8,13692E-06
437	-0,00242902	1,002429	-249894,54	-7,98828E-06
442	-0,00238217	1,002382	-254809,45	-7,83464E-06
447	-0,0023338	1,002334	-260090,53	-7,67599E-06
452	-0,00228392	1,002284	-265771,57	-7,51234E-06
457	-0,00223251	1,002233	-271890,96	-7,34368E-06
462	-0,00217959	1,002180	-278492,49	-7,17001E-06
467	-0,00212515	1,002125	-285626,32	-6,99134E-06
472	-0,0020692	1,002069	-293350,15	-6,80765E-06
477	-0,00201173	1,002012	-301730,68	-6,61895E-06
482	-0,00195274	1,001953	-310845,44	-6,42524E-06
487	-0,00189223	1,001892	-320785,01	-6,22652E-06
492	-0,00183021	1,001830	-331655,91	-6,02278E-06
497	-0,00176667	1,001767	-343584,23	-5,81402E-06
502	-0,00170161	1,001702	-356720,34	-5,60025E-06
507	-0,00163504	1,001635	-371244,97	-5,38146E-06
512	-0,00156695	1,001567	-387377,29	-5,15764E-06
517	-0,00149734	1,001497	-405385,65	-4,92881E-06
522	-0,00142621	1,001426	-425602,22	-4,69496E-06
527	-0,00135357	1,001354	-448443,06	-4,45608E-06
532	-0,00127941	1,001279	-474436,43	-4,21218E-06
537	-0,00120374	1,001204	-504263,26	-3,96326E-06
542	-0,00112654	1,001127	-538816,6	-0,0000037
547	-0,00104783	1,001048	-579291,14	-3,45034E-06
552	-0,0009676	1,000968	-627322,23	-3,18634E-06
557	-0,00088586	1,000886	-685209,71	-2,91732E-06
562	-0,0008026	1,000803	-756293,44	-2,64327E-06
567	-0,00071782	1,000718	-845616,12	-2,36418E-06
572	-0,00063152	1,000632	-961166,89	-2,08008E-06
577	-0,00054371	1,000544	-1116401,4	-1,79094E-06
582	-0,00045438	1,000454	-1335882,3	-1,49677E-06
587	-0,00036353	1,000364	-1669718	-1,19758E-06
592	-0,00027117	1,000271	-2238444,3	-8,93351E-07
597	-0,00017729	1,000177	-3423779,7	-5,84097E-07
602	-8,1891E-05	1,000082	-7412258,2	-2,69812E-07

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 4.30 Penentuan Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen *Ring* (Lanjutan)

tp (Jam)	Ft (tp)	R (tp)	M (tp)	D (tp)
607	1,50238E-05	9,999850	40402687,5	4,9502E-08

(Sumber: Pengolahan Data, 2016)

Berdasarkan Tabel 4.30 untuk menentukan umur optimal penggantian komponen *Ring* diambil nilai D(tp) yang terkecil, maka nilai D(tp) yang terkecil adalah -1,02772E-05 pada tp (rata-rata waktu interval kerusakan) 287 jam. Ini artinya setelah selama 287 jam komponen beroperasi maka diperlukan penggantian komponen baru.

Berdasarkan perhitungan di atas maka hasil dari perhitungan waktu interval penggantian komponen kritis dapat ditampilkan pada Tabel 4.31

Tabel 4.31 Rekapitulasi Interval Waktu Penggantian

No	Komponen	Interval Waktu Penggantian (Jam)
1	<i>Safety Valve</i>	693
2	<i>Coupling</i>	357
3	<i>Bearing</i>	647
4	<i>Shaft</i>	612
5	<i>Ring</i>	287

(Sumber: Pengolahan Data, 2016)

Dari Tabel 4.31 maka perusahaan dapat membuat jadwal penggantian komponen sebelum terjadi kerusakan. Jadwal dapat dibuat mulai dari waktu kerusakan terjadi, dan apabila ada perubahan waktu kerusakan maka waktu interval akan diatur kembali sesuai dengan rentang waktu yang sudah ditetapkan.

Berikut rekomendasi jadwal penggantian komponen kritis di PT. Asia Forestama Raya tahun 2016:



Tabel 4.32 Jadwal Penggantian Komponen Kritis pada Mesin Boiler di PT. Asia Forestama Raya Tahun 2016

Komponen Kritis	Bulan/Tanggal											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept	Okt	Nov	Des
<i>Savery Valve</i>		4	10	13	16	19	23	26	29	30	30	31
<i>Coupling</i>	19	5&23	12&30	16	4&21	8&25	13&30	15&31	17	5&22	9&26	14&31
<i>Bearing</i>		2	9	9	11	11	13	13	14	15	16	17
<i>Shaft</i>	31		2&31	29	28	26	25	24	23	22	20	19
<i>Ring</i>	15&29	12&26	12&26	9&23	7&21	4&18	2,16&30	13&27	10&24	8&22	5&19	7&24

(Sumber: Pengolahan Data, 2016)

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, p...
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
- 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa

4.2.5 Merancang Standar Operasional Prosedur (SOP)

SOP (*standard operating procedure*) pada mesin Boiler pada saat ini hanya berupa *Handbook* mengenai pengenalan secara umum tentang perawatan dan perbaikan mesin Boiler seperti keselamatan kerja, cara inspeksi dan reparasi ringan. *handbook* tentang mesin boiler hanya dimiliki oleh ketua pengawas mesin Boiler, sedangkan teknisi atau mekanik tidak. Sesuai dengan tujuan penelitian yaitu merancang usulan perbaikan terhadap standar sistem perawatan mesin sebagai upaya dalam mewujudkan peningkatan efisiensi mesin produksi maka diperlukan SOP secara khusus. SOP secara khusus sangat di butuhkan, karena mengingat mesin boiler adalah mesin yang memiliki peran vital pada proses produksi.

Pembuatan SOP ini dilakukan sebagai usulan perbaikan dari hasil penelitian yang telah dilakukan. SOP yang diusulkan berupa SOP pemeriksaan Pendahuluan Mesin Boiler, SOP menghidupkan Mesin Boiler, SOP Penghentian Mesin Boiler dan SOP Penanganan penggantian komponen kritis Mesin Boiler.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 4.33 SOP pemeriksaan Pendahuluan Mesin Boiler

Judul: Pemeriksaan Pendahuluan	No Dokumen: SOP	Revisi: 00
Sebelum Menghidupkan Mesin Boiler(<i>Chuan –Li Steam Boiler</i>)	Tanggal Pembuatan: 3 Oktober 2016	Halaman: 1
<p>1. Tujuan Prosedur ini bertujuan untuk memperoleh keamanan dan memastikan Boiler dalam kondisi yang siap dioperasikan</p> <p>2. Prosedur</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Periksa seluruh katup (<i>Valve</i>) diboiler dalam keadaan tertutup, kecuali katup untuk <i>Superheater drain</i> dan katup air umpan b. Periksa ID fan FDF & SAF seperti <i>Casing, Rotor, Bearing, Van Belt, Shaft, Ring</i>, baut longgar atau tidak dan sebagainya. c. Periksa level air digelas duga (<i>Gauge Glass</i>) dan pastikan level air sekitar separuh glass. Bersihkan gelas duga dan kerangkanya. d. Periksa manometer (<i>Pressure Gauge</i>) dan catat, apakah ada tekanan atau tidak. e. Periksa bagian dalam dapur (<i>Furnance</i>) untuk memastikan telah dibersihkan dan seluruh <i>Fire Grade</i> dan dinding dalam kondisi baik. f. Periksa katup pembuangan (<i>Blow Down</i>) tertutup g. Periksa air di <i>Feed Water Tank</i> dan isi jika kurang h. Periksa seluruh katup pompa dan air umpan (<i>Feed Pump</i>), <i>Deaerator</i> dan <i>Softener</i>. Hanya katup ke <i>Softener</i> saja yang harus terbuka untuk pangisian air ke tanki 		

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 4.34 SOP Menghidupkan Mesin Boiler

Judul: Prosedur Menghidupkan Mesin Boiler(<i>Chuan –Li Steam Boiler</i>)	No Dokumen: SOP	Revisi: 00
	Tanggal Pembuatan: 3 Oktober 2016	Halaman: 1
<p>1. Tujuan Prosedur ini bertujuan untuk memperoleh keamanan dan memastikan Boiler dalam kondisi yang siap dioperasikan</p> <p>2. Prosedur</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Buka keran buangan udara (<i>vent drain</i>) pada drum <i>superheater</i> (bila menggunakan <i>superheater</i>) b. Drain air pada gelas penduga c. Hidupkan pompa air umpan dan buka keran buangan air pada drum (<i>blow down</i>) d. Kemudian keran tersebut ditutup dan ketinggian air diatur sampai batas yang ditentukan. e. Hidupkan <i>fuel modulating</i> dan <i>fuel feeder fan</i> f. Hidupkan pendulum g. Hidupkan <i>conveyor</i> bahan bakar h. Isi bahan bakar dan hidupkan api i. Setelah api cukup besar hidupkan <i>induced draft fan</i> dengan posisi damper tertutup dan setelah putaran idf normal buka damper dan atur ampere idf sekitar 125 amp j. Hidupkan <i>secondary fan</i>. k. Hidupkan <i>forced draft fan</i> dan dijaga agar tekanan udara dalam ruang bakar (10 – 30 mm hg). l. Tutup <i>valve</i> buang udara pada drum <i>superheater</i> m. Pada tekanan 15 bar kerangan induk steam dapat dibuka secara perlahan-lahan n. Naikkan tekanan boiler sampai tekanan kerja (20 bar) o. Lakukan <i>blowdown</i> secara kontinyu (sesuai dengan kondisi tds) 		

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 4.35 SOP Penghentian Mesin Boiler

Judul: Prosedur Penghentian Mesin Boiler(<i>Chuan –Li Steam Boiler</i>)	No Dokumen: SOP	Revisi: 00
	Tanggal Pembuatan: 3 Oktober 2016	Halaman: 1
<p>3. Tujuan Prosedur ini bertujuan untuk memperoleh keamanan dan memastikan Boiler dalam kondisi yang siap dioperasikan</p> <p>4. Prosedur</p> <ol style="list-style-type: none"> Turunkan tekanan dengan menutup <i>sliding door</i> bahan bakar Matikan <i>fd fan</i> Matikan <i>secondary fan</i> Buka pintu ruang bakar dan tarik abu keluar Pastikan turbin uap telah berhenti kemudian tutup kerangan induk steam Matikan <i>id fan</i> Turunkan tekanan dengan melakukan sirkulasi air Tutup keran uap pada <i>deaerator</i> dan <i>feed tank</i> Matikan <i>deaerator pump</i> dan <i>feed water pump</i> 		

(Sumber : PT.Asia Forestama Raya, 2016)

Adapun standar operasioal prosedur penanganan jika pada waktu pergantian komponen yang sudah dijadwalkan pada mesin (Ketel Uap) *Boiler*, yang dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 4.36 SOP Penanganan penggantian komponen kritis Mesin Boiler

LAPORAN TUGAS AKHIR		
STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR (SOP) PENANGANAN PENGGANTIAN KOMPONEN KRITIS	Dokumen	Tugas Akhir 2016
	Status Dokumen	Tanpa Revisi
Mesin	Tanggal Pembentukan	3 Oktober 2016
<i>Chuan-li Steam Boiler</i>	Total Halaman	1 halaman
<ol style="list-style-type: none"> 1. Matikan (Ketel uap) <i>Boiler</i> dan <i>Boiler Pump</i> 2. Melaporkan kerusakan kepada Kepala Produksi 3. Kepala Produksi memberikan perintah kepada Teknisi untuk memeriksa kerusakan yang terjadi 4. Teknisi melakukan Pemeriksaan pada subsistem: <ol style="list-style-type: none"> a. <i>Boiler</i> -. Dapat diketahui jika mesin bekerja tidak normal ketika tekanan uap , suhu dan gaya yang berlebihan dalam sistem yang menyebabkan boiler terhenti, periksa komponen <i>Safety Valve</i> b. <i>Boiler Pump</i> -. Dapat diketahui jika mesin bekerja tidak normal karena kerusakan yang terjadi pada komponen <i>mechanical seal</i> seperti : <i>coupling, bearing, shaft</i> dan <i>ring</i> 5. Teknisi memberitahu kerusakan yang terjadi pada Komponen : <ol style="list-style-type: none"> a. <i>Safety Valve</i> b. <i>Coupling</i> c. <i>bearing</i> d. <i>Shaft</i> e. <i>ring</i> 		

(Sumber : PT.Asia Forestama Raya, 2016)

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 4.36 Tabel SOP Penanganan penggantian komponen kritis Mesin Boiler (Lanjutan)

LAPORAN TUGAS AKHIR		
STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR (SOP) PENANGANAN PENGGANTIAN KOMPONEN KRITIS	Dokumen	Tugas Akhir 2016
		Status Dokumen
Mesin	Tanggal Pembentukan	3 Oktober 2016
<i>Chuan-li Steam Boiler</i>	Total Halaman	1 halaman
<p>6. Teknisi memberitahukan suku cadang yang harus diganti :</p> <p>a. Komponen <i>Safety Valve</i></p> <p>b. Komponen <i>Coupling</i></p> <p>c. Komponen <i>Bearing</i></p> <p>d. Komponen <i>Shaft</i></p> <p>e. Komponen <i>Ring</i></p> <p>7. Kepala Produksi menyiapkan suku cadang yang dibutuhkan</p> <p>8. Teknisi melakukan penggantian suku cadang</p> <p>9. Setelah dilakukan perbaikan Teknisi melakukan tes fungsi mesin</p> <p>10. Setelah dinyatakan mesin normal (dapat beroperasi dengan baik) maka proses produksi dapat dilanjutkan</p>		

(Sumber : PT.Asia Forestama Raya, 2016)

Berdasarkan Tabel 4.28 menjelaskan mengenai Standar Operasional Prosedur (SOP) penanganan penggantian komponen kritis Mesin Boiler sesuai dengan jadwal penggantian komponen kritis yang diusulkan pada Tabel 4.30

4.2.6 Perhitungan Total Biaya Sebelum dan Sesudah Tindakan *Preventive Maintenance*

4.2.6.1 Komponen *Safety Valve*

Berikut ini adalah perhitungan biaya siklus *failure* (cf) dan biaya siklus *preventive* (cp) komponen *Safety Valve* .

Diketahui :

$$wsf = Tf = MTTR = 4$$

$$wsp = 0,30 \text{ Jam}$$



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Biaya teknisi per jam = 20.000

Biaya kehilangan produksi per jam = 8.000.000

Biaya pembelian komponen = 600.000

$$cf = ((\text{biaya teknisi per jam} + \text{biaya kehilangan produksi per jam}) \times \text{wsf}) + \text{biaya pembelian komponen}$$

$$= ((20.000 + 8.000.000) \times 4) + 600.000$$

$$= 32.080.000 + 600.000 = 32.680.000$$

$$Cp = (\text{biaya teknisi perjam} \times \text{wsp}) + \text{biaya pembelian komponen}$$

$$= (20.000 \times 0,30) + 600.000$$

$$= 6000 + 600.000 = 606.000$$

Berikut ini adalah perhitungan total biaya sebelum dan sesudah *preventive maintenance* pada komponen *Savety Valve*:

1. Total biaya sebelum *preventive maintenance*

Diketahui:

$tf = \text{MTTF} = 693 \text{ Jam}$ $Kf = 0,833$

$$Tc(tp) = Cf \times Kf$$

$$= 32.680.000 \times 0,833$$

$$= 27.222.440,00 \text{ /bulan}$$

2. Total biaya sudah *preventive maintenance*

Diketahui = $tp = 693$ $cp = 606.000$ $R(tp) = 1,104002321$

$$Tc(tp) = \frac{(Cp \times R(tp)) + (Cf (1-R(tp)))}{(tp \times R(tp)) + (tf (1-R(tp)))}$$

$$= \frac{(606.000 \times 1,104002321) + (32.680.000 (1-1,104002321))}{(693 \times 1,104002321) + (693 (1-1,104002321))}$$

$$= 23.774.594,00 \text{ /bulan}$$

4.2.6.2 Komponen *Coupling*

Berikut ini adalah perhitungan biaya siklus *failure* (cf) dan biaya siklus *preventive* (cp) komponen *Coupling*.

Diketahui :

$$wsf = T_f = MTTR = 3$$

$$wsp = 0,30 \text{ Jam}$$

$$\text{Biaya teknisi per jam} = 20.000$$

$$\text{Biaya kehilangan produksi per jam} = 8.000.000$$

$$\text{Biaya pembelian komponen} = 500.000$$

$$\begin{aligned} cf &= ((\text{biaya teknisi per jam} + \text{biaya kehilangan produksi per jam}) \times wsf) + \\ &\quad \text{biaya pembelian komponen} \\ &= ((20.000 + 8.000.000) \times 3) + 500.000 \\ &= 24.060.000 + 500.000 = 24.560.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_p &= (\text{biaya teknisi perjam} \times wsp) + \text{biaya pembelian komponen} \\ &= (20.000 \times 0,30) + 500.000 \\ &= 6000 + 500.000 = 506.000 \end{aligned}$$

Berikut ini adalah perhitungan total biaya sebelum dan sesudah *preventive maintenance* pada komponen *Coupling*:

1. Total biaya sebelum *preventive maintenance*

Diketahui:

$$t_f = MTTF = 795 \text{ Jam} \quad K_f = 0,75$$

$$\begin{aligned} T_c(tp) &= C_f \times K_f \\ &= 24.560.000 \times 0,75 = 18.419.998,95 \text{ /bulan} \end{aligned}$$

2. Total biaya sudah *preventive maintenance*

$$\text{Diketahui} = tp = 357 \quad c_p = 506.000 \quad R(tp) = 1,03129276$$

$$\begin{aligned} T_c(tp) &= \frac{(C_p \times R(tp)) + (C_f (1-R(tp)))}{(tp \times R(tp)) + (t_f (1-R(tp)))} \\ &= \frac{(506.000 \times 1,03129276) + (24.560.000 (1-1,03129276))}{(357 \times 1,03129276) + (795 (1-1,03129276))} \\ &= 17.024.347,52/\text{bulan} \end{aligned}$$

4.2.6.3 Komponen *Bearing*

Berikut ini adalah perhitungan biaya siklus *failure* (cf) dan biaya siklus *preventive* (cp) komponen *Bearing*.

Diketahui :

$$wsf = Tf = MTTR = 6$$

$$wsp = 0,30 \text{ Jam}$$

$$\text{Biaya teknisi per jam} = 20.000$$

$$\text{Biaya kehilangan produksi per jam} = 8.000.000$$

$$\text{Biaya pembelian komponen} = 550.000$$

$$\begin{aligned} cf &= ((\text{biaya teknisi per jam} + \text{biaya kehilangan produksi per jam}) \times wsf) + \\ &\quad \text{biaya pembelian komponen} \\ &= ((20.000 + 8.000.000) \times 6) + 550.000 \\ &= 48.120.000 + 550.000 = 48.670.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Cp &= (\text{biaya teknisi perjam} \times wsp) + \text{biaya pembelian komponen} \\ &= (20.000 \times 0,30) + 550.000 \\ &= 6000 + 550.000 = 556.000 \end{aligned}$$

Berikut ini adalah perhitungan total biaya sebelum dan sesudah *preventive maintenance* pada komponen *bearing* :

1. Total biaya sebelum *preventive maintenance*

Diketahui:

$$tf = MTTF = 647 \text{ Jam} \quad Kf = 0,92$$

$$\begin{aligned} Tc(tp) &= Cf \times Kf \\ &= 48.670.000 \times 0,92 = 44.776.400 / \text{bulan} \end{aligned}$$

2. Total biaya sudah *preventive maintenance*

$$\text{Diketahui} = tp = 647 \quad cp = 556.000 \quad R(tp) = 1,04720027$$

$$\begin{aligned} Tc(tp) &= \frac{(Cp \times R(tp)) + (Cf (1-R(tp)))}{(tp \times R(tp)) + (tf (1-R(tp)))} \\ &= \frac{(556.000 \times 1,04720027) + ((48.670.000(1-1,04720027)))}{(647 \times 1,04720027) + (647 (1-1,04720027))} \end{aligned}$$



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$= 34.696.712,18/\text{bulan}$$

4.2.6.4 Komponen Shaft

Berikut ini adalah perhitungan biaya siklus *failure* (cf) dan biaya siklus *preventive* (cp) komponen *Shaft*.

Diketahui :

$$wsf = Tf = MTTR = 1$$

$$wsp = 0,30 \text{ Jam}$$

$$\text{Biaya teknisi per jam} = 20.000$$

$$\text{Biaya kehilangan produksi per jam} = 8.000.000$$

$$\text{Biaya pembelian komponen} = 350.000$$

$$\begin{aligned} cf &= ((\text{biaya teknisi per jam} + \text{biaya kehilangan produksi per jam}) \times wsf) + \\ &\quad \text{biaya pembelian komponen} \\ &= ((20.000 + 8.000.000) \times 1) + 350.000 \\ &= 8.020.000 + 350.000 = 8.370.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Cp &= (\text{biaya teknisi perjam} \times wsp) + \text{biaya pembelian komponen} \\ &= (20.000 \times 0,30) + 350.000 \\ &= 6000 + 350.000 = 356.000 \end{aligned}$$

Berikut ini adalah perhitungan total biaya sebelum dan sesudah *preventive maintenance* pada komponen *Shaft* :

1. Total biaya sebelum *preventive maintenance*

Diketahui:

$$tf = MTTF = 612 \text{ Jam} \quad Kf = 1$$

$$\begin{aligned} Tc(tp) &= Cf \times Kf \\ &= 8.370.000 \times 1 = 8.370.000/\text{bulan} \end{aligned}$$

2. Total biaya sudah *preventive maintenance*

$$\text{Diketahui} = tp = 612 \quad cp = 356.000 \quad R(tp) = 1,658711351$$

$$Tc(tp) = \frac{(Cp \times R(tp)) + (Cf (1-R(tp)))}{(tp \times R(tp)) + (tf (1-R(tp)))}$$



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$= \frac{(356.000 \times 1,658711351) + ((48.670.000(1-1,658711351))}{(612 \times 1,658711351) + (612 (1-1,658711351))}$$

$$= 4.505.636,75 / \text{bulan}$$

4.2.6.5 Komponen Ring

Berikut ini adalah perhitungan biaya siklus *failure* (cf) dan biaya siklus *preventive* (cp) komponen *Ring*.

Diketahui :

wsf = Tf = MTTR = 2

wsp = 0,30 Jam

Biaya teknisi per jam = 20.000

Biaya kehilangan produksi per jam = 8.000.000

Biaya pembelian komponen = 280.000

$$cf = ((\text{biaya teknisi per jam} + \text{biaya kehilangan produksi per jam}) \times wsf) + \text{biaya pembelian komponen}$$

$$= ((20.000 + 8.000.000) \times 2) + 280.000$$

$$= 16.040.000 + 280.000 = 16.320.000$$

$$Cp = (\text{biaya teknisi perjam} \times wsp) + \text{biaya pembelian komponen}$$

$$= (20.000 \times 0,30) + 280.000$$

$$= 6000 + 280.000 = 286.000$$

Berikut ini adalah perhitungan total biaya sebelum dan sesudah *preventive maintenance* pada komponen *Ring*:

1. Total biaya sebelum *preventive maintenance*

Diketahui:

tf = MTTF = 607 Jam Kf = 1

Tc(tp) = Cf x Kf

Tc(tp) = 16.320.000 x 1 = 16.320.000 /bulan

2. Total biaya sudah *preventive maintenance*

Diketahui = tp = 287 cp = 306.000 R(tp) = 1,003129

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$Tc(tp) = \frac{(Cp \times R(tp)) + (Cf(1-R(tp)))}{(tp \times R(tp)) + (tf(1-R(tp)))}$$

$$= \frac{(286.000 \times 1,003129) + (16.319.999,88(1-1,003129))}{(287 \times 1,03129276) + (607 (1-1,003129))}$$

$$= 14.137.686,32/bulan$$

Dari perhitungan diatas maka dapat disimpulkan *preventive maintenance* dapat meminimasi biaya *maintenance*. Perbandingan biaya sebelum dan sesudah *preventive maintenance* dapat dilihat pada Tabel 4.37

Tabel 4.37 Rekapitulasi Biaya Sebelum dan Setelah *Preventive Maintenance*

Komponen	Biaya Sebelum <i>Preventive maintenance</i> /bulan	Biaya setelah <i>Preventive maintenance</i> /bulan	Selisih Biaya
<i>Safety Valve</i>	27.222.440,00	23.774.594,00	3.447.841,86
<i>Coupling</i>	18.419.998,95	17.024.347,52	1.395.651,43
<i>Bearing</i>	44.776.400	34.696.712,18	10.079.687,82
<i>Shaft</i>	8.370.000,00	4.505.636,75	3.864.363,24
<i>Ring</i>	16.320.000,00	14.137.686,32	2.182.313,68

(Sumber: Pengolahan Data, 2016)

Dari Tabel 4.37 dapat dijelaskan bahwa setelah melakukan *preventive maintenance* yaitu dengan menentukan jadwal penggantian komponen yang efektif sesuai dengan umur optimal komponen, dapat meminimasi biaya *maintenance*.