

## BAB IV PEMBAHASAN

### 4.1 Pemilihan Sistem yang Akan Diteliti

Pada bab sebelumnya telah dibahas mengenai pemilihan sistem yang akan diteliti. Pada RCM untuk memudahkan memilih sistem terdapat beberapa skema untuk pemilihan sistem antara lain yaitu :

1. Sistem dengan jumlah kegiatan *corrective maintenance* terbanyak dalam beberapa tahun terakhir.
2. Sistem dengan jumlah kegiatan *preventive maintenance* terbanyak dan atau biaya pemeliharaan dalam beberapa tahun terakhir.
3. Kombinasi dari skema 1 dan 2
4. Sistem dengan biaya pemeliharaan terbesar dari *corrective maintenance* dalam beberapa tahun terakhir.
5. Sistem yang berkontribusi secara signifikan dalam proses kerja di suatu pabrik dan dapat menyebabkan *shutdowns* dalam beberapa tahun terakhir.
6. Sistem yang memiliki keterkaitan tinggi dengan keselamatan
7. Sistem yang memiliki keterkaitan tinggi dengan lingkungan

Dalam penelitian ini pemilihan menggunakan skema sesuai pada nomor 3 yaitu Sistem dengan jumlah kegiatan *corrective* dan *preventive maintenance* terbanyak dalam beberapa tahun terakhir.

PT. PINDAD PERSERO memiliki lebih dari 100 mesin yang beroperasi, dan tiap mesin dibagi dalam beberapa gedung sesuai dengan jenis produk yang diproduksi. Data dari semua mesin tersebut kemudian di rangking untuk mendapatkan mesin yang jumlah kegiatan *corrective* dan *preventive maintenance*. Berikut data mesin yang telah di rangking.

Tabel 4.1  
Rangking Mesin Pada Lini A

<i>Description of Technical Object</i>	Jumlah frekuensi breakdown	Jumlah Jam breakdown
MESIN <i>GROOVING</i> 8	408	6553,86
MESIN <i>DRAWING</i> 1	204	1447,79
MESIN <i>FORMING</i> 5	194	1329,12
MESIN <i>BORING</i> 2	76	2243,47
MESIN MAL 9-1	68	410,88
MESIN MAL 9-2	45	536,22
MESIN <i>FORMING-BORING</i>	43	529,31
MESIN <i>GROOVING</i> 5	18	108,18
MESIN <i>GROOVING</i> 6	17	135
MESIN <i>BURNING</i>	15	1,67
MESIN MAL 12	15	37,97
MESIN VARNISHING 1	<i>unrecord</i>	
MESIN VARNISHING 2	<i>unrecord</i>	
MESIN VARNISHING 3	<i>unrecord</i>	

Sumber : PT PINDAD PERSERO MALANG

Dari data diatas menjelaskan rangking mesin menurut jumlah breakdown terbanyak selama bulan Januari 2013 sampai bulan desember 2015, Lalu didapatkan jumlah breakdown terbanyak yaitu 408 kali pada mesin *Grooving* 8 dengan jumlah waktu waktu breakdown mencapai 6553,86 jam.

## 4.2. Deskripsi Sistem dan FBD

### 4.2.1 Deskripsi Mesin *Grooving* 8

Mesin *Grooving* 8 merupakan mesin produksi di lini A. Pada mesin ini terjadi proses pembubutan pinggir pada produk.

Proses kerja dari mesin ini yaitu produk yang telah melalui proses sebelumnya di masukkan pada piringan tempat input produk, piringan ini bergerak otomatis untuk mendistribusikan produk secara teratur masuk ke saluran barang dengan posisi yang benar dibantu oleh komponen pembalik barang. Di saluran barang produk turun dari piringan secara teratur yang kemudian di tahan oleh pemegang barang lalu di salurkan ke pembawa barang yang nanti akan memproses perpindahan barang ke spindel pertama dan pada spindel

kedua dipindahkan oleh komponen pembagi barang. Pada spindel pertama terjadi pembubutan pada bagian belakang produk lalu dipindahkan ke spindel kedua terjadi pemotongan ujung produk. Perpindahan produk selain diatur oleh pembawa barang dan pembagi barang juga diatur oleh *driving shaft* untuk menekan barang masuk ke spindel dan poros penekan untuk mengeluarkan produk dari spindel. Setelah proses pemotongan dan pembubutan produk hasil kemudian di salurkan oleh poros menuju dek output , dan geram hasil permesinan jatuh ke conveyor geram dan di salurkan ke dek pembuangan geram.



Gambar 4.1 Mesin Grooving 8  
Sumber : PT PINDAD PERSERO

#### A. Piringan



Gambar 4.2 Piringan  
Sumber : PT PINDAD PERSERO

Pada komponen ini tempat dimana produk di inputkan dan pengaturan produk yang kemudian di proses. Komponen ini digerakkan oleh motor listrik

### B. Pembawa Barang dan Pembagi barang



Gambar 4.3 Pembawa barang  
Sumber : PT PINDAD PERSERO

Komponen ini digerakkan oleh penggerak utama. Dua komponen ini berfungsi sebagai pemindahan produk dari saluran produk menuju ke *spindle* pertama, *spindle* kedua lalu ke saluran *output* produk. Pergerakannya otomatis dan selaras dengan *driving shaft* dan poros penekan. Terdapat sensor untuk mengetahui adanya produk atau tidak untuk di pindahkan oleh komponen ini.

### C. Chuck

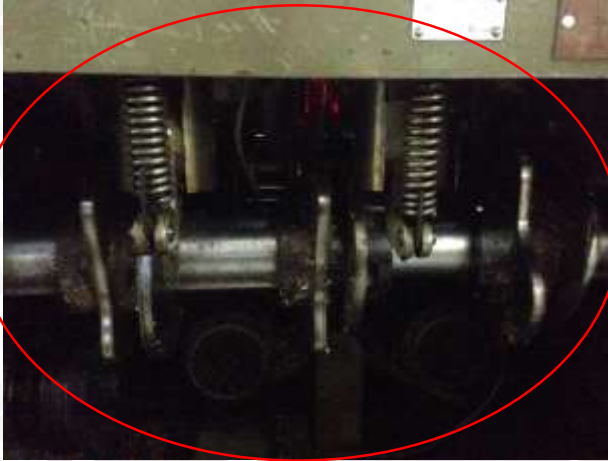


Gambar 4.4 Chuck  
Sumber : PT PINDAD PERSERO

Komponen ini berfungsi sebagai pencekam produk ketika di putar oleh *spindle*. Perbedaan dengan *chuck* pada mesin bubut umumnya pada mesin ini *chuck* memiliki

ukuran yang tetap diameternya sehingga tidak perlu melakukan pengaturan penguncian untuk menahan produk.

#### D. Penggerak utama



Gambar 4.5 Penggerak Utama  
Sumber : PT PINDAD PERSERO

Pada Penggerak Utama meliputi motor sebagai penggerak lalu di transmisikan oleh *v-belt* dan roda gigi lalu terdapat poros engkol untuk menggarakan komponen pembawa barang dan pembagi barang. Pada *spindle* terdapat motor tersendiri sebagai penggerak.

#### E. Pneumatik



Gambar 4.6 Pneumatik  
Sumber : PT PINDAD PERSERO

Komponen ini berfungsi sebagai penggerak poros pelempar hasil produk. Poros pelempar bekerja dengan sensor, ketika sensor membaca produk maka poros pelempar tersebut mendorong produk dengan tenaga dari pneumatik tersebut.

## F. Pahat



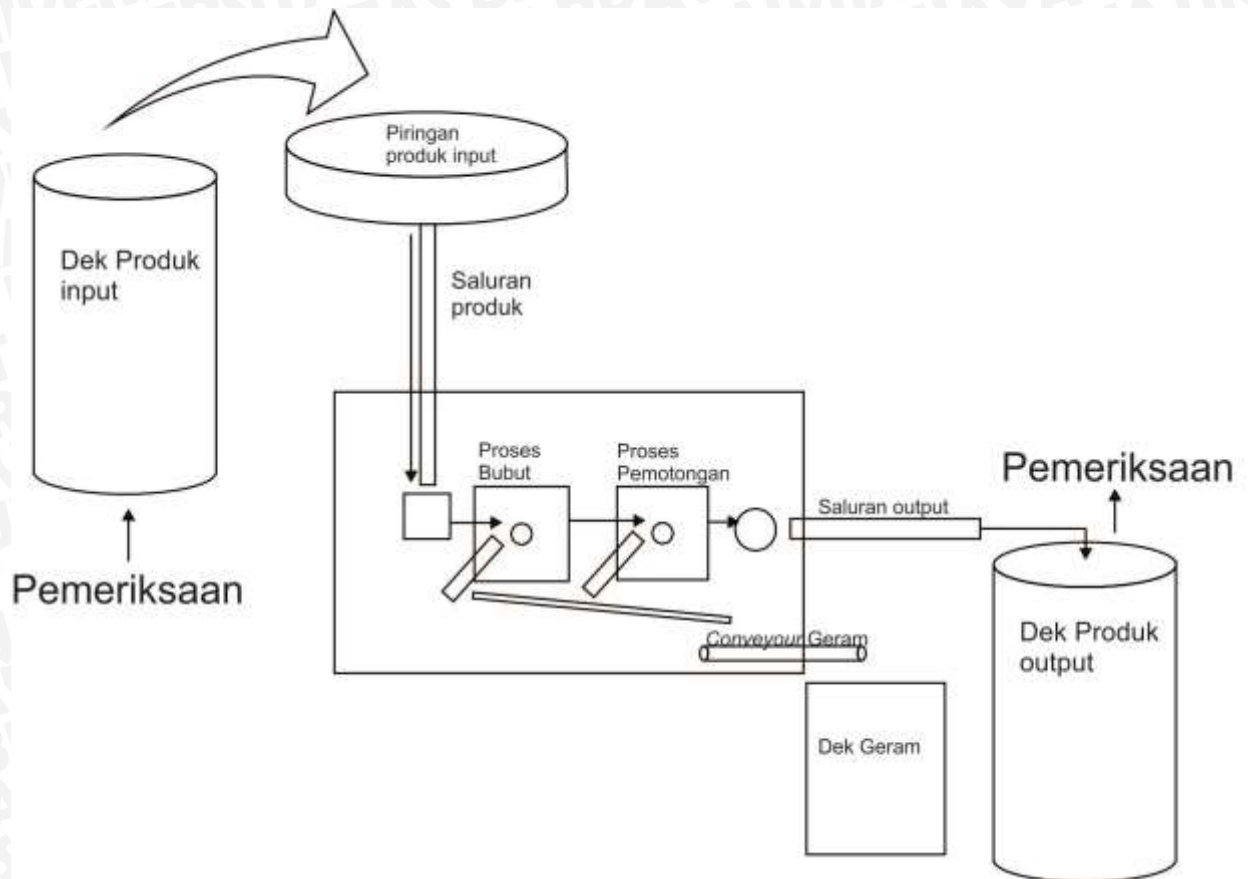
Gambar 4.7 Pahat

Sumber : PT PINDAD PERSERO

Komponen ini berfungsi untuk pemakanan material pada produk. Prinsip kerja sama dengan mesin bubut, produk di cekam oleh *chuck* dan berputar di spindle lalu dilakukan lah pemakanan oleh pahat.

#### 4.2.2. Functional Block Diagram (FBD)

Pada *Functional Block Diagram* ini akan dijelaskan proses dan deskripsi mesin. Fungsi dari FBD sendiri diharapkan memudahkan pada saat mengidentifikasi kegagalan yang terjadi.

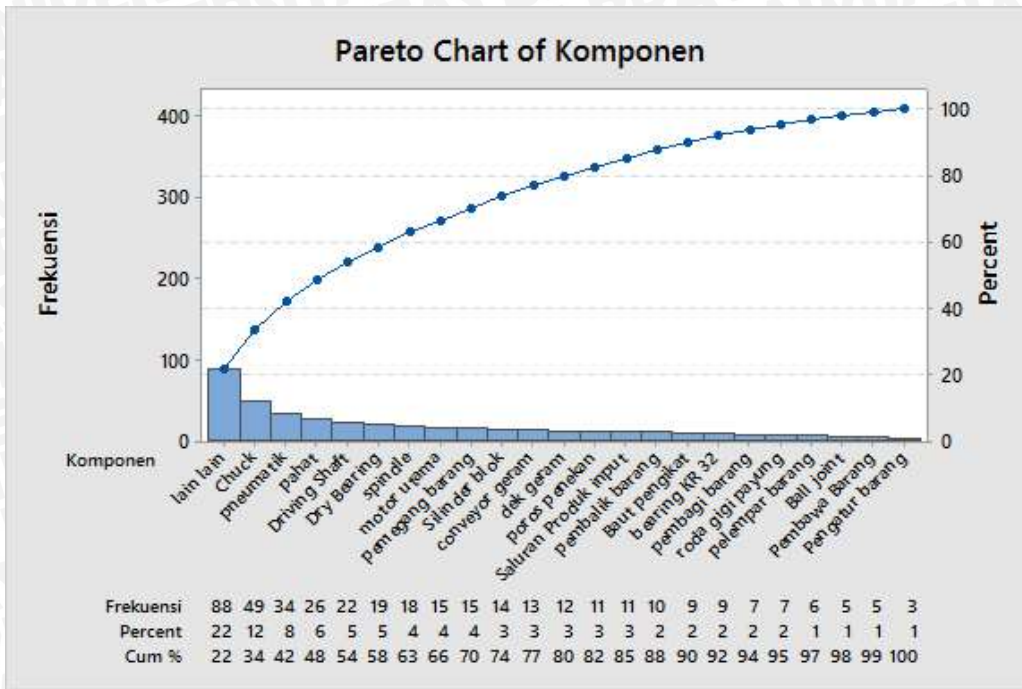


Gambar 4.8 Functional Block Diagram

Produk melalui proses *Drilling* sebelum akhirnya di kumpulkan dan dijadikan dalam satu dek. Kemudian setelah pengecekan dek berisi produk di tuangkan ke piringan tempat produk input pada mesin *grooving*. Setelah itu terjadilah proses pembubutan lalu pemotongan pada produk. Setelah itu produk output dikumpulkan dalam satu dek untuk pemeriksaan.

#### 4.3. RPN (*Risk Priority Number*)

Kriteria penilaian pada RPN dibuat dengan parameter – parameter seperti lama terjadinya *breakdown*, dan lamanya waktu *repair*. Untuk mendapatkan nilai *occurance* diagram pareto berikut ini akan membantu dengan menampilkan jumlah komponen yang paling sering terjadi kegagalan.

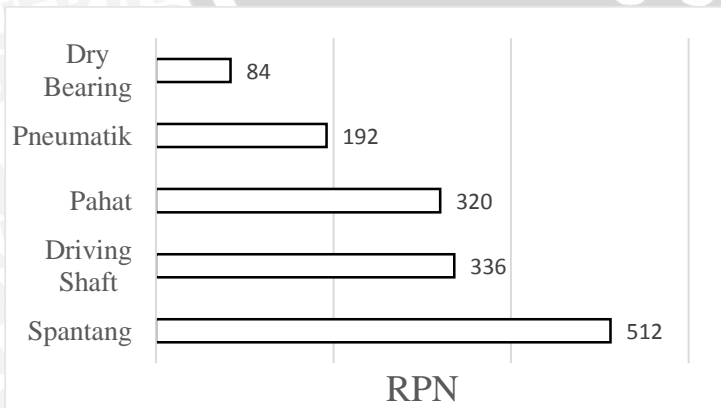


Gambar 4.9 Digram Pareto komponen mesin *grooving* 8

Dari diagram pareto pada gambar 4.9, komponen yang paling sering mengalami kegagalan yaitu *chuck*, *pneumatik*, *pahat*, *driving shaft* dan *dry bearing*. Kemudian pada tabel berikut ditampilkan penilaian RPN berdasarkan parameter yang ada.

Tabel 4.2  
Tabel Risk Priority Number

Sistem	Komponen	Severity	Occurance	Detection	RPN
<i>Grooving</i> 8	Chuck	8	8	8	<b>512</b>
	Driving shaft	7	8	6	<b>336</b>
	Pahat	8	8	5	<b>320</b>
	Pneumatik	3	8	8	<b>192</b>
	Dry Bearing	3	7	4	<b>84</b>



Gambar 4.10 Diagram RPN



Setelah didapatkan nilai RPN masing – masing komponen diatas, maka dibuatlah diagram untuk merangking komponen dari nilai RPN tertinggi. Nilai RPN tertinggi adalah komponen *chuck* kemudian *driving shaft*, pahat, *pneumatik* dan *dry bearing* secara berurutan.

Kelima komponen ini merupakan komponen terkritis dikarenakan frekuensi kerusakan yang tinggi dengan mode kegagalan yang dapat menimbulkan terhentinya kerja mesin *grooving* 8 dan mengakibatkan berkurangnya kapasitas output produksi.

#### 4.4. FMEA Mesin *Grooving* 8

Setelah mendapatkan komponen kritis pada mesin *grooving* 8 melalui rangking dan penentuan nilai RPN, Selanjutnya mencari *failure mode* dan *failure effect* dari komponen – komponen tersebut. Fungsi dari mengetahui dan mencatat informasi pada komponen kritis yaitu untuk membantu dalam perancangan *maintenance task* pada komponen tersebut.

Berikut ini adalah contoh tabel FMEA yang berisikan fungsi, kegagalan pada fungsi, mode kegagalan dan efek kegagalan pada mesin *grooving* 8.

Tabel 4.3  
FMEA *Grooving* 8

System : Lini A					
Equipment : Mesin <i>Grooving</i> 8					
Function	Functional Failure	Failure Mode	Failure Effect		
Mesin <i>grooving</i> 8 berfungsi untuk melakukan proses pembubutan pada pinggir produk dan pemotongan pada ujung produk	1	Tidak dapat melakukan proses pembubutan secara efektif, dan beberapa produk terjadi <i>defect</i> dikarenakan terjadi kegagalan pada komponen	1.a	Terjadi kerusakan pada <i>Chuck</i> dikarenakan aus atau <i>misalignment</i> menyebabkan terjadi <i>defect</i> pada produk	Dapat mengakibatkan kerusakan pada <i>driving shaft</i> dan poros penekan dikarenakan kesalahan posisi <i>chuck</i>
			1.b	Terjadi kebocoran pada pneumatik sehingga <i>driving shaft</i> tidak bekerja sesuai fungsinya	Penimbunan pada komponen pembawa barang dan pembagi barang sehingga menyebabkan error pada proses permesinan
			1.c	Pahat pembubutan patah atau aus	Hasil produk tidak terproses seperti desain yang semestinya, Sehingga harus mengulangi proses dan terjadi penimbunan material
			1.d	Terjadi <i>misalignment</i> pada <i>driving shaft</i> sehingga menyebabkan <i>driving shaft</i> patah.	Menyebabkan kerusakan pada <i>chuck</i> dikarenakan <i>driving shaft</i> menekan produk tidak sesuai, dan terjadi <i>defect</i> pada produk
			1.e	Bearing pada pembawa barang aus	Menyebabkan komponen pembawa barang bekerja tidak sebagaimana mestinya sehingga menyebabkan perpindahan produk dari pemegang barang ke <i>chuck</i> terhambat, dab dapat menyebabkan kerusakan pada <i>driving shaft</i> .

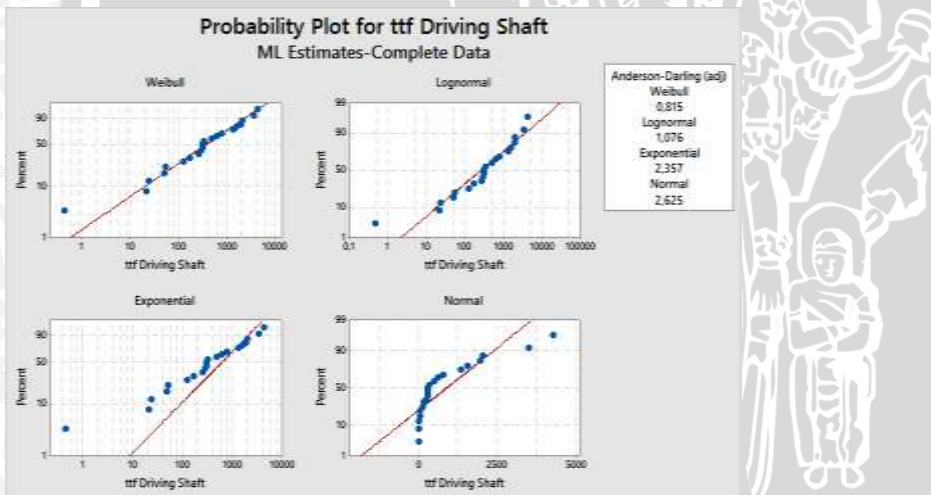
#### 4.5. Perhitungan nilai MTTF dan *Reliability* Komponen

Pada *Reliability centered maintenance* dibutuhkan data *time to failure* (TTF) dan *time to repair* (TTR) untuk mengolah data. Data tersebut yang nantinya dapat membantu untuk menetapkan interval pemeliharaan pada mesin yang sesuai untuk meningkatkan *reliability* mesin tersebut.

Data TTF didapatkan dari jarak waktu antar kerusakan suatu mesin atau komponen, sedangkan jangka TTR didapatkan dari waktu lama perbaikan suatu mesin atau komponen. Berikut data TTF dan TTR dari komponen – komponen kritis di mesin *grooving* 8.

##### 4.5.1. Perhitungan Komponen *Chuck*

Pertama untuk mendapatkan nilai keandalan (*reliability*) dari suatu komponen terlebih dahulu untuk mengetahui distribusi apa yang sesuai (*index of fit*) untuk digunakan. Maka dari data TTF yang telah didapatkan dilakukan pengujian anderson-darling menggunakan software minitab 17.



Gambar 4.11 Pengujian *Anderson darling* komponen *chuck*

Dilihat dari gambar diatas distribusi yang sesuai atau *index of fit* pada komponen *chuck* yaitu distribusi weibull dengan nilai terendah yaitu 0,668. Untuk menghitung nilai MTTF dan *Reliability* komponen *chuck* maka digunakan parameter-parameter yang sesuai dengan distribusi weibull.

##### A. Menghitung Nilai MTTF

Untuk menghitung nilai MTTF digunakan rumus MTTF dengan distribusi weibull dan parameter yang telah didapatkan.

$$\theta = 396,963 \text{ dan } \beta = 0,841$$

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

$$MTTF = 396,963 \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{0,841}\right)$$

$$MTTF = 396,963 \cdot \Gamma(2,188)$$

$$MTTF = 396,963 \times 1,095$$

$$MTTF = 434,669$$

Maka nilai *mean time to failure* komponen *chuck* adalah 434,669

#### B. *Reliability* awal pada komponen *chuck*

Setelah didapatkan nilai MTTF selanjutnya maka dapat diketahui nilai keandalan awal dari komponen ini. Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya untuk mendapatkan nilai keandalan, dihitung dengan perhitungan sesuai distribusi yang sesuai.

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

$$t = MTTF, \text{ parameter } \beta = 0,841 \text{ dan } \theta = 396,963$$

$$R(t) = \exp\left(-\left(\frac{434,699}{396,963}\right)^{0,841}\right)$$

$$R(t) = 0,339$$

$$R(t) = 33,9 \%$$

#### C. Peningkatan *Reliability* dengan Penentuan Interval Pemeliharaan

Nilai keandalan saat ini dari komponen *chuck* yaitu 33,9% untuk meningkatkan keandalan komponen maka dapat melakukan pemeliharaan dengan interval yang sesuai. Untuk peningkatan keandalan disini maka didapatkan.

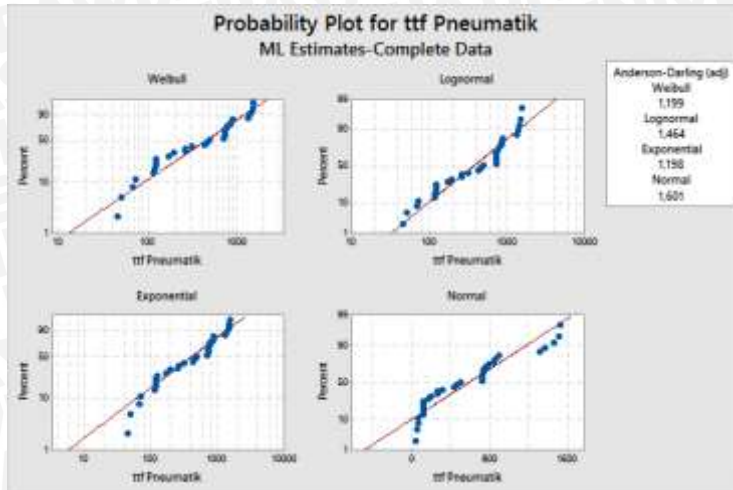
Tabel 4.4  
Peningkatan Keandalan *Chuck*

t	R(t)	R(t)%
24	0,909	90,9
48	0,844	84,4
72	0,788	78,8

Pada interval pemeliharaan  $t = 24$  jam didapatkan kenaikan *reliability* komponen *chuck* meningkat menjadi 90,9 %. Maka diusulkan dilakukan pemeliharaan pada rentang waktu tersebut.

#### 4.5.2. Perhitungan Komponen Pneumatik

untuk mendapatkan nilai keandalan (*reliability*) dari suatu komponen melalui cara yang sama seperti komponen sebelumnya . Dilakukan pengujian untuk mengetahui *index of fit*.



Gambar 4.12 Pengujian Anderson darling komponen Pneumatik

Dari gambar diatas dapat diketahui distribusi yang sesuai pada komponen pneumatik yaitu distribusi weibull dengan nilai terendah dibanding tiga distribusi lain yaitu 1,199. Kemudian menghitung nilai MTTF dan *Reliability* maka digunakan parameter-parameter yang sesuai dengan distribusi weibull.

##### A. Menghitung Nilai MTTF

Untuk menghitung nilai MTTF digunakan rumus MTTF dengan distribusi weibull dan parameter yang telah didapatkan.

$$\theta = 614,486 \text{ dan } \beta = 1,1883$$

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

$$MTTF = 614,486 \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{1,1883}\right)$$

$$MTTF = 614,486 \cdot \Gamma(1,531)$$

$$MTTF = 614,486 \times 0,887$$

$$MTTF = 579,502$$

Maka nilai *mean time to failure* komponen *chuck* adalah 579,502

### B. *Reliability* Awal Pada Komponen

Setelah didapatkan nilai MTTF selanjutnya maka dapat diketahui nilai keandalan awal dari komponen ini. Berikut perhitungan untuk mengetahui nilai keandalan.

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

$$t = MTTF, \text{ parameter } \beta = 1,1883 \text{ dan } \theta = 614,486$$

$$R(t) = \exp^{-\left(\frac{579,502}{614,486}\right)^{1,1883}}$$

$$R(t) = 0,393$$

$$R(t) = 39,3\%$$

### C. Peningkatan *Reliability* dengan Penentuan Interval Pemeliharaan

Nilai keandalan saat ini dari komponen pneumatik yaitu 39,3% untuk meningkatkan keandalan komponen maka dapat melakukan pemeliharaan dengan interval yang sesuai. Untuk peningkatan keandalan disini maka didapatkan.

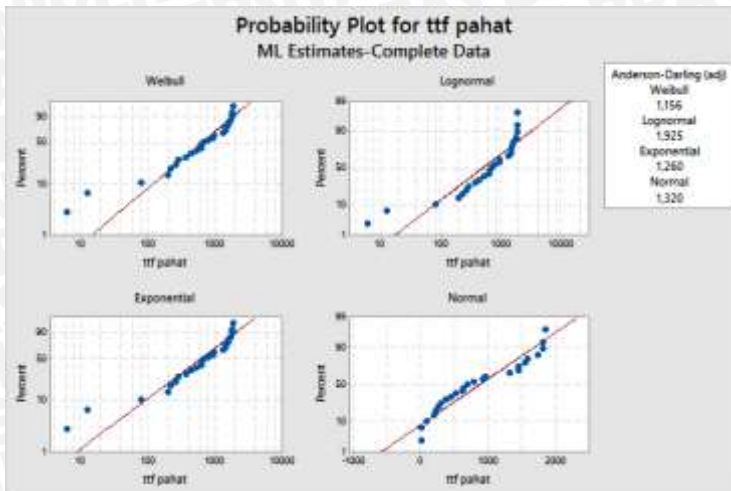
Tabel 4.5  
Peningkatan Keandalan *Pneumatik*

t	R(t)	R(t)%
72	0,924	92,4
96	0,895	89,5
120	0,866	86,6

Pada interval pemeliharaan  $t = 48$  jam didapatkan kenaikan *reliability* komponen *pneumatik* meningkat menjadi 91,6 %. Maka direkomendasikan dilakukannya pemeliharaan pada komponen dengan rentang waktu tersebut.

#### 4.5.3. Perhitungan Komponen Pahat

Data TTF dari komponen pahat kemudian dilakukan pengujian anderson darling untuk mengetahui distribusi yang sesuai. Pengujian dilakukan menggunakan software minitab 17. Berikut hasil dari pengujian :



Gambar 4.13 Hasil pengujian *anderson darling* komponen pahat

Dari hasil tersebut diketahui nilai terendah yaitu pada distribusi weibull dengan nilai 1,156, sehingga distribusi yang sesuai pada pada komponen pahat yaitu distribusi weibull.

#### A. Menghitung Nilai MTTF

Untuk menghitung nilai MTTF digunakan rumus MTTF dengan distribusi weibull dan parameter yang telah didapatkan

$$\theta = 899,411 \text{ dan } \beta = 1,12241$$

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

$$MTTF = 899,411 \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{1,12241}\right)$$

$$MTTF = 899,411 \cdot \Gamma(1,8909)$$

$$MTTF = 899,411 \times 0,95869$$

$$MTTF = 862,26$$

#### B. Reliability awal pada komponen

Setelah didapatkan nilai MTTF dari komponen pahat maka selanjutnya bisa diketahui nilai keandalan dari komponen tersebut.

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

$$t = MTTF, \text{ parameter } \beta = 1,12241 \text{ dan } \theta = 899,411$$

$$R(t) = \exp\left(-\left(\frac{862,262}{899,411}\right)^{1,12241}\right)$$

$$R(t) = 0,385$$

$$R(t) = 38,5 \%$$

### C. Peningkatan *Reliability* dengan Penentuan Interval Pemeliharaan

Nilai keandalan saat ini dari komponen yaitu 38,5 % untuk meningkatkan keandalan komponen maka dapat melakukan pemeliharaan dengan interval yang sesuai. Untuk peningkatan keandalan disini maka didapatkan.

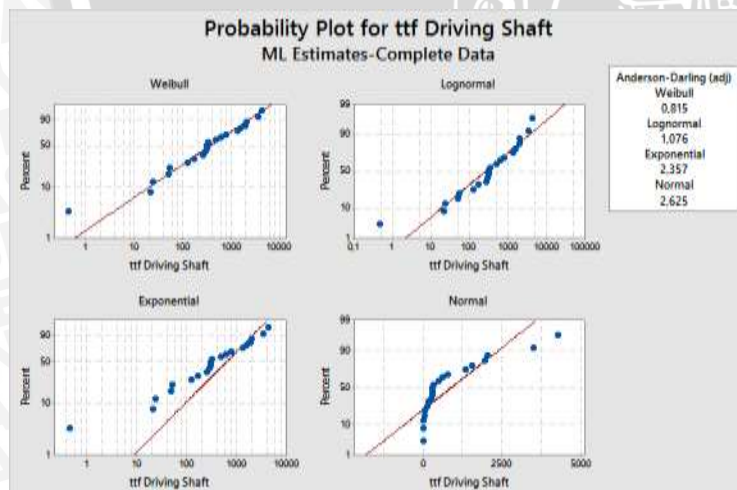
Tabel 4.6  
Peningkatan Keandalan Pahat

t	R(t)	R(t)%
120	0,900	90,0
144	0,8799	88
168	0,858	85,8

Pada interval pemeliharaan  $t = 120$  jam didapatkan kenaikan *reliability* komponen pahat meningkat menjadi 90 %. Maka direkomendasikan dilakukannya pemeliharaan pada komponen dengan rentang waktu tersebut.

#### 4.5.4. Perhitungan Komponen *Driving shaft*

Data TTF dari komponen pahat kemudian dilakukan pengujian anderson darling untuk mengetahui distribusi yang sesuai. Pengujian dilakukan menggunakan software minitab 17. Berikut hasil dari pengujian :



Gambar 4.14 Hasil pengujian *anderson darling* komponen *driving shaft*

Dari hasil tersebut diketahui nilai terendah yaitu pada distribusi weibull dengan nilai 0,815, sehingga distribusi yang sesuai pada pada komponen pahat yaitu distribusi weibull.

#### A. Menghitung Nilai MTTF

Untuk menghitung nilai MTTF digunakan rumus MTTF dengan distribusi weibull dan parameter yang telah didapatkan

$$\theta = 666,05 \text{ dan } \beta = 0,6543$$

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

$$MTTF = 666,05 \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{0,6543}\right)$$

$$MTTF = 666,05 \cdot \Gamma(2,528)$$

$$MTTF = 666,05 \times 1,3563$$

$$MTTF = 903,24$$

#### B. *Reliability* awal pada komponen

Setelah didapatkan nilai MTTF dari komponen pahat maka selanjutnya bisa diketahui nilai keandalan dari komponen tersebut.

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

$$t = MTTF, \text{ parameter } \beta = 0,6543 \text{ dan } \theta = 666,05$$

$$R(t) = \exp\left(-\left(\frac{903,24}{666,05}\right)^{0,6543}\right)$$

$$R(t) = 0,295$$

$$R(t) = 29,5 \%$$

#### C. Peningkatan *Reliability* dengan Penentuan Interval Pemeliharaan

Nilai keandalan saat ini dari komponen yaitu 29,5 % untuk meningkatkan keandalan komponen maka dapat melakukan pemeliharaan dengan interval yang sesuai. Untuk peningkatan keandalan disini maka didapatkan.

Tabel 4.7  
Peningkatan Keandalan *Driving Shaft*

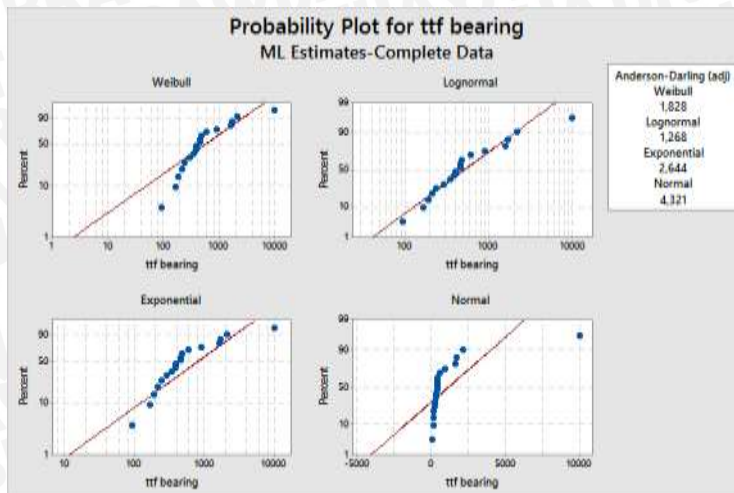
t	R(t)	R(t)%
24	0,892	89,2
48	0,836	83,6
72	0,791	79,1

Pada interval pemeliharaan  $t = 24$  jam didapatkan kenaikan *reliability* komponen pahat meningkat menjadi 89,2 %. Maka direkomendasikan dilakukannya pemeliharaan pada komponen dengan rentang waktu tersebut.



#### 4.5.5. Perhitungan Komponen *Dry Bearing*

Data TTF dari komponen pahat kemudian dilakukan pengujian anderson darling untuk mengetahui distribusi yang sesuai. Pengujian dilakukan menggunakan software minitab 17. Berikut hasil dari pengujian :



Gambar 4.15 Hasil Pengujian *Anderson Darling* Komponen *Dry Bearing*

Dari gambar diatas diketahui distribusi yang sesuai adalah distribusi lognormal dengan nilai 1,268, sehingga distribusi yang sesuai pada pada komponen pahat yaitu distribusi weibull.

##### A. Menghitung Nilai MTTF

Untuk menghitung nilai MTTF digunakan rumus MTTF dengan distribusi lognormal dan parameter yang telah didapatkan

$$\sigma = 1,08634 \text{ dan } \mu = 6,24965$$

$$MTTF = \exp\left(\mu + \frac{1}{2}\sigma^2\right)$$

$$MTTF = \exp\left(6,24965 + \frac{1}{2}(1,08634)^2\right)$$

$$MTTF = 934,22$$

##### B. *Reliability* awal pada komponen

Setelah didapatkan nilai MTTF dari komponen pahat maka selanjutnya bisa diketahui nilai keandalan dari komponen tersebut.

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

$$t = MTTF, \text{ parameter } \mu = 6,24965 \text{ dan } \sigma = 1,08634$$

$$\begin{aligned}
 &= 1 - \Phi\left(\frac{\ln 934,22 - 6,24965}{1,08634}\right) \\
 &= 1 - \Phi(0,54) \\
 &= 1 - 0,7065 \\
 &= 0,2935 \\
 &= 29,3\%
 \end{aligned}$$

### C. Peningkatan *Reliability* dengan Penentuan Interval Pemeliharaan

Nilai keandalan saat ini dari komponen yaitu 29,3 % untuk meningkatkan keandalan komponen maka dapat melakukan pemeliharaan dengan interval yang sesuai. Untuk peningkatan keandalan disini maka didapatkan.

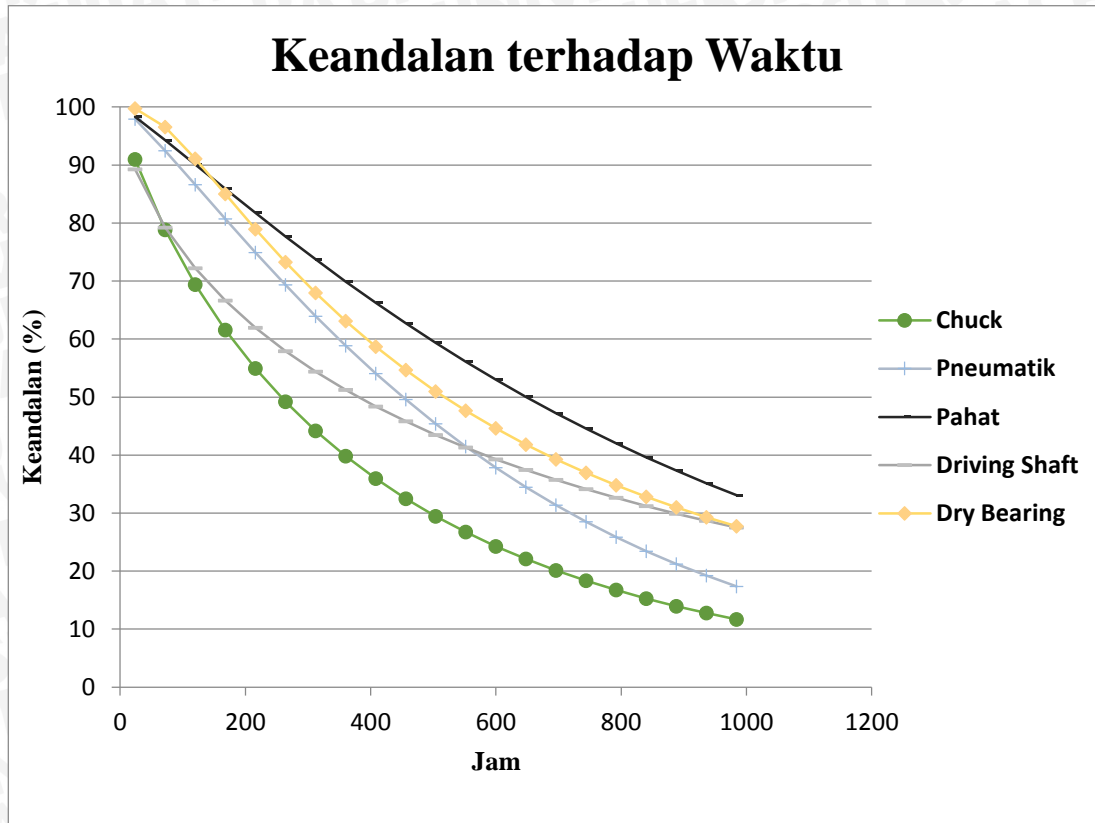
Tabel 4.8  
Peningkatan Keandalan *Dry Bearing*

t	R(t)	R(t)%
120	0,910	91,0
132	0,895	89,5
144	0,880	88,0

Pada interval pemeliharaan  $t = 120$  jam didapatkan kenaikan *reliability* komponen pahat meningkat menjadi 91,0 %. Maka direkomendasikan dilakukannya pemeliharaan pada komponen dengan rentang waktu tersebut.

#### 4.5.6. Grafik Keandalan Terhadap Waktu

Hasil dari perhitungan *reliability* tiap komponen lalu digambarkan dalam grafik sebagai berikut.



Gambar 4.16 Hubungan Antara Keandalan Dan Waktu

Dari grafik tersebut diketahui *reliability* suatu komponen berbanding lurus dengan waktu, jadi semakin panjang interval penggunaan suatu komponen maka *reliability* suatu komponen akan semakin menurun. Pada grafik ini dapat diketahui bahwa komponen *chuck* memiliki nilai *reliability* paling rendah dibanding dengan empat komponen lain. Penurunan *reliability* pada komponen-komponen ini di pengaruhi oleh umur komponen dan material komponen yang sudah aus sehingga komponen tersebut menurun nilai *reliability*-nya berbanding lurus dengan jam pemakaiannya.

#### 4.6. RCM Worksheet Decision

Setelah mengetahui keseluruhan informasi dan tindakan pemeliharaan apa yang dilakukan, selanjutnya seluruh informasi tersebut dicatat dalam RCM *worksheet decision*. Interval pemeliharaan yang sebelumnya dihitung direkomendasikan menjadi *initial interval* pada RCM *worksheet decision*. Untuk menentukan kegiatan maintenance yang dilakukan dapat ditentukan menggunakan RCM *decision diagram*.

Tabel 4.9  
RCM Worksheet Decision

RCM Worksheet Decision			System: Grooving 8							System no:				Facilitator:			
			Sub-system: PT. PINDAD DivisiMunisi							Sub-system no:				Auditor:			
Information reference			Consequence evaluation				H1	H2	H3	Default action				Proposed task		Initial Interval	Can be done by
							S1	S2	S3								
							O1	O2	O3								
F	FF	F M	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4					
1	1	1.a	N	N	Y	N	Y	N	N	N	N	N	Lakukan <i>Schedule on condition task</i> , pengecekan aus tidaknya komponen dan <i>alignment</i> komponen	24 jam	Machining operator, maintenance operator		
	1	1.b	Y	Y	N	N	Y	N	N	N	N	N	<i>Scheduled on-condition task</i> , lakukan pemeriksaan pada pneumatik dan periksa kebocoran pada <i>valve</i>	72 jam	Mechanic, Maintenance operator		
	1	1.c	Y	N	N	Y	N	Y	N	N	N	N	<i>Scheduled restoration task</i> , Penggantian komponen sesuai interval	120 jam	Mechanic, maintenance operator		
	1	1.d	Y	N	N	Y	Y	N	N	N	N	N	<i>Scheduled on-condition task</i> , pada komponen	24 jam	Mechining operator, Mechanic, maintenance operator		
	1	1.e	Y	N	N	N	N	Y	N	N	N	N	<i>Schedule Restoration task</i> pada komponen	120 jam	Mechanic, maintenance operator		

#### 4.7. Pembahasan

PT. PINDAD PERSERO melaksanakan kegiatan pemeliharaan mesin-mesin nya dengan *preventif maintenance* dan *corrective maintenance*. *Preventive maintenance* yaitu kegiatan pemeliharaan atau inspeksi mesin secara berkala, dimana di PT.PINDAD menggunakan suatu aplikasi *software* untuk mencatat penjadwalan kegiatan pemeliharannya. Penjadwalan kegiatan pemeliharaan ini berdasarkan umur pakai suatu komponen. Sedangkan kegiatan *corrective maintenance* yang dilakukan berdasarkan kerusakan mesin (*breakdown*) yang terjadi sebelum jadwal pemeliharaan yang ditentukan.

Berdasarkan informasi mengenai kegiatan pemeliharaan di PT. PINDAD maka dapat diketahui perbedaan kegiatan pemeliharaan yang sudah diaplikasikan dengan kegiatan pemeliharaan yang penelitian ini rekomendasikan. Berikut adalah perbandingan pemeliharaan saat ini dengan RCM berdasarkan nilai keandalan dan interval waktu pemeliharannya

Tabel 4.10  
Perbandingan Pemeliharaan Saat Ini dengan Pemeliharaan Metode RCM

Perbandingan	Pemeliharaan Saat Ini	Pemeliharaan yang Direkomendasikan (RCM)
<i>Reliability</i>	Keandalan komponen kritis yaitu <i>Chuck</i> sebesar 33,9% , keandalan pneumatik 39,3% , keandalan pahat 38,5% ,Keandalan <i>driving shaft</i> 29,5% , keandalan <i>dry bearing</i> 29,3%	Keandalan komponen kritis yaitu <i>Chuck</i> sebesar 90,9% , keandalan <i>pneumatik</i> 92,4% , keandalan pahat 90,0% ,Keandalan <i>driving shaft</i> 89,2% , keandalan <i>dry bearing</i> 91,0%.
<i>Interval</i>	Kerja mesin tidak optimal karena pemeliharaan dilakukan dengan jangka yang cukup lama dilihat dari MTTF komponen kritis yaitu komponen <i>chuck</i> dilakukan pemeliharaan rata-rata tiap 434,66 jam, <i>pneumatik</i> 579,50 jam, pahat 862,26 jam, <i>driving shaft</i> 903,24 jam, dan <i>dry bearing</i> 934,224 jam.	Penambahan biaya ( <i>cost</i> ) pemeliharaan karena jadwal pemeliharaan pada komponen ditingkatkan yaitu komponen <i>chuck</i> tiap 24 jam, <i>pneumatik</i> 72 jam, pahat 120 jam, <i>driving shaft</i> 24 jam, dan <i>dry bearing</i> 120 jam.

##### a. *Chuck*

Kerusakan pada komponen *chuck* terjadi karena beberapa sebab. Pertama karena keausan dari komponen *chuck* itu sendiri, keausan terjadi dikarenakan kekuatan material yang menurun akibat seringnya digunakan dan mendapat gaya pembebanan dari produk yang kemudian di proses pembubutan profil maupun potong. Kerusakan terjadi pula akibat dari kesalahan pemasangan awal sehingga terjadi kesalahan saat produk masuk kedalam *chuck* dan mengakibatkan kerusakan pada *chuck* itu sendiri. Lalu terjadi

penumpukan produk pada *chuck* dikarenakan kerusakan atau tidak berfungsinya sensor sehingga *chuck* mengalami kerusakan karena terjadi kemampatan produk.

*Reliability* awal komponen *chuck* yaitu 33,9% dengan *mean time to failure* (MTTF) 434,69 jam. Jika melakukan pemeliharaan dengan interval tiap 24 jam maka *reliability* meningkat menjadi 90,9% . Rekomendasi *maintenance task* yang dilakukan yaitu *scheduled on-condition task* atau pemeriksaan terhadap potensi kegagalan agar kegagalan fungsi tidak terjadi. Pemeriksaan meliputi posisi *chuck* dan kondisi *chuck* apakah sudah aus atau belum. Tindakan ini dapat dilakukan oleh operator permesinan maupun operator pemeliharaan mesin di PT. PINDAD PERSERO.

b. Pneumatik

Kerusakan pada pneumatik terjadi diantaranya adalah terjadi kebocoran pada pipa-pipa maupun pada *festo* pneumatik sehingga komponen-komponen lain yang digerakkan oleh pneumatik pun tidak berfungsi dengan baik. Lalu terjadinya penurunan tekanan pada kompressor sehingga pneumatik tidak bisa bekerja, tekanan minimal pada kompressor agar pneumatik bekerja yaitu 8 bar.

*Reliability* awal komponen pneumatik yaitu 39,3% dengan *mean time to failure* (MTTF) 579,5 jam. Jika melakukan pemeliharaan dengan interval tiap 72 jam maka *reliability* meningkat menjadi 92,4% . Rekomendasi *maintenance task* yang dilakukan yaitu *scheduled on-condition task* atau pemeriksaan terhadap potensi kegagalan agar kegagalan fungsi tidak terjadi. Pemeriksaan meliputi pengecekan adanya kebocoran pada valve. Tindakan ini dapat dilakukan oleh operator permesinan, mekanik, maupun operator pemeliharaan mesin di PT. PINDAD PERSERO.

c. Pahat

Pada pahat terjadi keausan sehingga produk tidak dapat dilakukan pembubutan secara sempurna. Terjadinya keausan dikarenakan umur pakai material sudah sampai batasnya. Material yang dipakai adalah baja widia dan HSS. Pada baja widia jika terjadi keausan maka dilakukan perbaikan atau asah ulang dengan alat khusus. Lalu kerusakan pada pahat yang lain adalah terjadinya patah atau *crack* pada pahat sehingga produk tidak dapat terpotong. Jika pahat terjadi patah maka pahat harus diganti dan tidak bisa dilakukan perbaikan asah ulang.

*Reliability* awal komponen pahat yaitu 38,5% dengan *mean time to failure* (MTTF) 862,26 jam. Jika melakukan pemeliharaan dengan interval tiap 120 jam maka *reliability* meningkat menjadi 90%. Rekomendasi *maintenance task* yang dilakukan yaitu *scheduled restoration task* atau penggantian komponen secara berkala agar kegagalan

fungsi tidak terjadi. Tindakan ini dapat dilakukan oleh mekanik maupun operator pemeliharaan mesin di PT. PINDAD PERSERO.

d. *Driving Shaft*

Kerusakan pada *driving shaft* terjadi karena penumpukkan produk sehingga dapat menyebabkan *driving shaft* bengkok maupun patah. Fungsi dari *driving shaft* yang mendorong produk kedalam chuck sehingga pergerakan keduanya harus selaras, jika tidak maka *driving shaft* akan mengalami kerusakan karena membentur *chuck* yang tertutup.

*Reliability* awal komponen *driving shaft* yaitu 29,5% dengan *mean time to failure* (MTTF) 903,2 jam. Jika melakukan pemeliharaan dengan interval tiap 24 jam maka *reliability* meningkat menjadi 89,2% . Rekomendasi *maintenance task* yang dilakukan yaitu *scheduled on-condition task* atau pemeriksaan terhadap potensi kegagalan agar kegagalan fungsi tidak terjadi. Pemeriksaan meliputi pengecekan *alignment* pada komponen ini. Tindakan ini dapat dilakukan oleh operator permesinan, mekanik, maupun operator pemeliharaan mesin di PT. PINDAD PERSERO.

e. *Dry Bearing*

Kerusakan pada *dry bearing* dikarenakan pelumas yang mengering sehingga *ball roll* terhambat dan menyebabkan *dry bearing* tidak dapat berputar. Lalu terjadi keausan pada *ball roll* dikarenakan umur material yang sudah sampai batasnya. *Dry bearing* mendapatkan gaya pembebanan pada komponen pembawa barang dalam mendistribusikan produk saat proses pembubutan. Lalu terjadi *crack* pada rumah bearing maupun *ball roll* sehingga komponen pembawa barang tidak dapat bekerja. Terjadinya *crack* dikarenakan terjadinya beban kejut sehingga material tidak mampu menahannya dan terjadi *crack*.

*Reliability* awal komponen pahat yaitu 29,3% dengan *mean time to failure* (MTTF) 934,224 jam. Jika melakukan pemeliharaan dengan interval tiap 120 jam maka *reliability* meningkat menjadi 91,0% . Rekomendasi *maintenance task* yang dilakukan yaitu *scheduled restoration task* atau penggantian komponen secara berkala agar kegagalan fungsi tidak terjadi. Tindakan ini dapat dilakukan oleh mekanik maupun operator pemeliharaan mesin di PT. PINDAD PERSERO.