

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan tentang analisis data dan pembahasan dari analisis tersebut sehingga nantinya dapat memberikan usulan perbaikan berdasarkan hasil analisis pembahasan.

4.1 GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN

Gambaran umum perusahaan akan menjelaskan sejarah perusahaan, lokasi perusahaan, maupun visi dan misi perusahaan.

4.1.1 Sejarah Perusahaan

PT XYZ adalah perusahaan India yang didirikan sejak tahun 1974. Perusahaan didirikan di Indonesia karena kebutuhan kikir untuk perindustrian dan menjadin pabrik kikir pertama di Indonesia. Pada tahun 1974 perusahaan mulai memproduksi mata bor (*twist drill*). Perusahaan sudah mendapatkan pengakuan mutu dari Badan Akreditasi Nasional atau Internasional yaitu dengan mendapat Sertifikat ISO-9002; 1994/SNI-19-9002 pada tanggal 28 Mei 1997 yang dikeluarkan oleh Sucofindo *International Certification Service* (PT. SUCOFINDO I.C.S) Jakarta (Indonesia) dengan nomor organisasi QSC-00043.

4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan

VISI

Visi PT XYZ adalah menjadi perusahaan manufaktur yang memproduksi kikir dan mata bor dengan kualitas yang tinggi serta dapat diterima oleh semua lapisan konsumen dan menjadi perusahaan produksi kikir dan mata bor di Asia Tenggara.

MISI

1. Memproduksi kikir dan mata bor dengan kualitas tinggi secara terus- menerus.
2. perusahaan mengikutsertakan semua karyawan untuk merasa bertanggung jawab atas kelancaran jalannya produksi tanpa hambatan dan seluruh karyawan mempunyai rasa memiliki perusahaan.
3. Menciptakan suasana lingkungan kerja yang kondusif dan penuh tanggung jawab serta menciptakan koordinasi yang baik antar bagian sehingga tercapai tujuan yang diinginkan.

4. Meningkatkan kesejahteraan karyawan untuk mendorong produktifitas dan efisiensi kerja melalui peningkatan SDM.
5. Menciptakan lapangan kerja bagi masyarakat luas untuk dapat meningkatkan taraf hidupnya.

4.1.3 Lokasi Perusahaan

PT XYZ berlokasi di Kota Industri Sidoarjo Jawa Timur, Jalan Sukodono No.33, Desa Keboan Sikep Kecamatan Gedangan, Kabupaten Sidoarjo. Fasilitas yang dimiliki perusahaan ini sebagai berikut :

1. Mushola Karyawan
2. Kantin Karyawan
3. Tempat parkir
4. Lapangan Volley Ball
5. Training bagi staff/karyawan

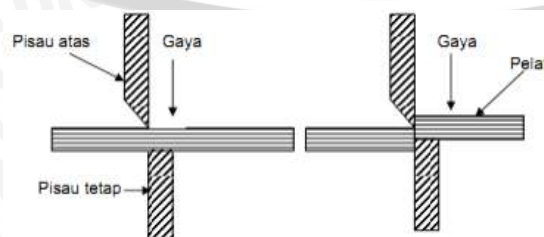
4.1.4 Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi merupakan kerangka kerja yang menunjukkan hubungan dan posisi satu dengan yang lainnya serta pembagian wewenang dan tanggung jawab guna tercapainya tujuan organisasi. Penelitian ini berkaitan dengan bagian *Deputy Head of Maintenance & Dev.* Adapun struktur organisasi yang ada di PT XYZ dapat dilihat pada Gambar 4.1.

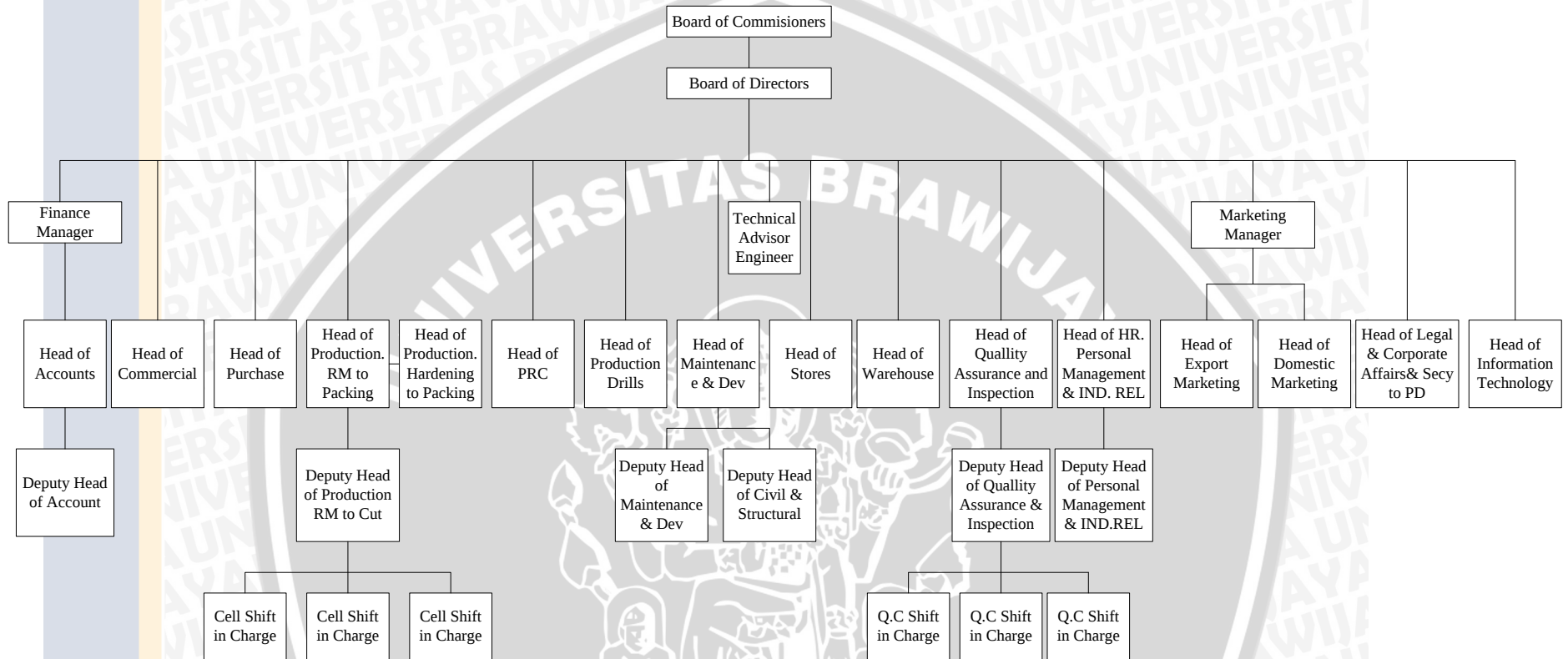
4.1.5 Proses Produksi Kikir Slim Taper

Proses produksi kikir secara umum meliputi proses *cropping*, *forging*, *annealing*, *grinding*, *cutting*, *stamping*, *hardening*, *acid treatment*, *scouring*, *proving* dan *packing*. Bahan baku kikir adalah baja yang memiliki kandungan karbon tidak lebih dari 2%. Secara garis besar aliran material ini bersifat kontinu dimana output suatu proses akan menjadi input pada proses selanjutnya. Berikut penjelasan dari masing-masing proses tersebut.

1. *Cropping* yaitu proses pemotongan material sesuai panjang yang diinginkan. Menggunakan mesin *cropping*. Proses *cropping* dapat dilihat pada Gambar 4.2.

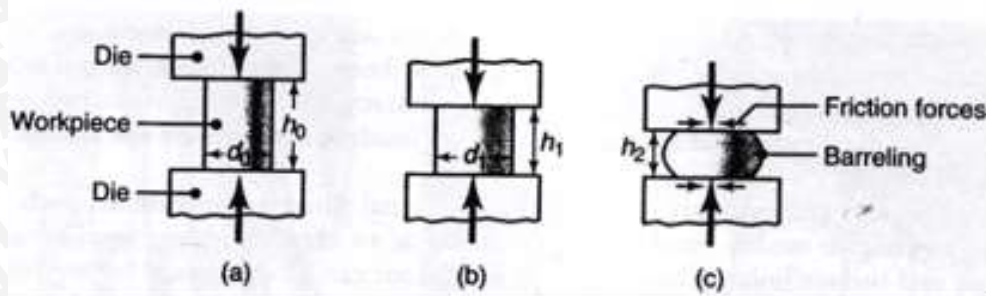


Gambar 4.2 Proses Cropping (Pemotongan material)



Gambar 4.1 Stuktur Organisasi PT XYZ

2. *Forging* merupakan proses penempaan material untuk pembuatan tangkai. Mesin pada proses *forging* merupakan mesin *full automatic* yaitu *Automatic Forging Hammer Tonase Machine*. Proses dilakukan dengan pemanasan menggunakan gas pada salah satu ujung bahan dan kemudian melakukan tempa secara berputar sehingga membentuk tangkai yang panjang. Proses *forging* dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Proses *Forging*

3. *Annealing* merupakan proses pelunakan baja dengan cara pemanasan baja dan kemudian didinginkan secara perlahan-lahan. Bahan dimasukkan dalam *Annealing Furnance Machine*. Untuk *Slim Taper* dilakukan peningkatan suhu mulai 600°C sampai dengan 630°C dan ditahan selama 3 jam kemudian didinginkan dengan menggunakan *air cool*. Kapasitas mesin ini dapat menampung bahan sebanyak 2.3 ton.
4. *Grinding* yaitu proses penghilangan kerak dan *decarburization* dengan cara pengurangan permukaan. Sebelum ke proses *gerinda*, dilakukan proses tambahan, yaitu proses pemotongan tangkai. Tangkai dipotong sesuai dengan ukuran yang ditentukan. Setelah ukuran tangkai sudah sesuai, maka proses selanjutnya adalah proses gerinda. Proses ini dilakukan sebanyak 3 tahap, yaitu:
 - a. Proses *grinding* menggunakan mesin (sisi-sisi kikir)
Mesin yang diguanakn untuk proses *grinding* yaitu mesin gerinda dengan merk Oxlay. Mesin gerinda dioperasikan seorang operator.
 - b. Proses *grinding* secara manual (*Edge Setting Process*)
 - c. Proses *grinding* untuk sudut kikir (*Stripping*)
5. *Cutting* yaitu proses pembuatan gigi kikir. Proses pembuatan gigi kikir pada ketiga sisi dan sesuai dengan spesifikasi standar perusahaan. Pada proses ini, bentuk dari bahan ini sudah terlihat menjadi produk *Slim Taper* tetapi struktur bajanya masih lunak. Mesin yang digunakan adalah mesin *American 7 (A7)*.



Gambar 4.4 Proses *cutting* dengan mesin American 7 Machine

6. Proses pembuatan *merk* yaitu disebut dengan proses *stamping*. Pada proses ini hanya dilakukan pemberian merk pada pangkal tangkai kikir dengan merek perusahaan. Kemudian dilakukan proses pelurusan bahan secara manual. Proses *stamping* dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Proses *Stamping*

7. *Hardening* yaitu proses pengerasan kikir dengan cara dipanaskan dan kemudian didinginkan secara cepat. Bahan dimasukkan dalam tungku sampai bahan terlihat merah menyala yang kemudian dimasukkan dalam cairan pendingin selama 3 detik.
8. Proses *Acid Treadment* yaitu proses pembersihan kikir dari sisa-sisa garam *hardening* dengan cara perendaman HCL. Untuk *Slim Taper* dilakukan perendaman selama 40 menit. Setelah itu diangkat dan dibilas di air, kemudian direndam

menggunakan air soda selama 15 menit (agar bahan tidak mudah korosi) setelah itu dibilas dengan air lagi. Proses *acid treatment* dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Proses *Acid Treatment*

9. Proses pembersihan dengan cara penyemprotan pasir silica. Proses ini dinamakan proses *scouring*. Bahan dilewatkan pada mesin *scouring*, dan di dalam mesin bahan disemprot dengan pasir *silica*. Proses *scouring* dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Proses *Scouring*

10. Proses *tang tempering* yaitu proses pewarnaan tangkai. Bahan tersebut dipanaskan tangkainya dengan cara ditancapkan pada pasir panas sehingga warna tangkai berubah agak gelap dan setelah itu dilakukan pencelupan pada oli (proses *oiling*). Dan kemudian dilakukan proses *drying* yaitu proses pengeringan dengan cara disemprotkan udara panas oleh mesin *blower*.



Gambar 4.8 Proses *Drying*

11. *Final Inspection* yaitu melihat dan memilah hasil produk sesuai dengan kualitas yang sudah ditetapkan perusahaan. Setelah itu dilakukan proses pengepakan produk *Slim Taper*. Produk kikir *slim taper* dapat dilihat pada Gambar 4.9.



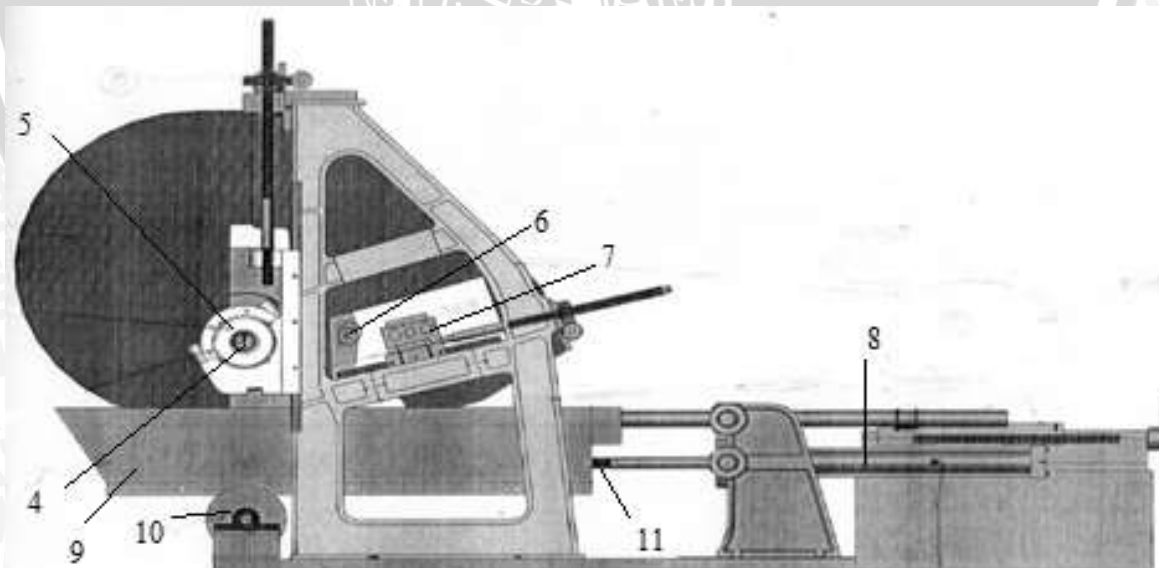
Gambar 4.9 Produk Kikir Slim Taper

4.2 PENGUMPULAN DATA

Data yang dikumpulkan untuk penelitian ini adalah data mengenai mesin gerinda yang terdiri dari cara kerja mesin, fungsi komponen, kegagalan mesin, data *downtime*, dan data biaya perawatan terkait.

4.2.1 Mesin Gerinda

Mesin gerinda digunakan pada proses *gerinda* yaitu proses penghilangan kerak dan *decarburation* dengan cara pengurangan permukaan. Gambar 4. merupakan gambar mesin gerinda.



Gambar 4.10 Mesin Gerinda

Fungsi komponen pada mesin gerinda ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Fungsi Komponen Mesin *Grinding*

No.	Komponen	Fungsi
1.	Motor listrik	Mengubah energi listrik menjadi energi mekanik
2.	<i>V belt</i>	Sebagai penyambung daya poros yang satu (motor listrik) ke poros yang lain (<i>flywheel</i>) melalui <i>pully</i> seiring mengikuti laju putaran pada mesin
3.	<i>Flywheel</i>	Menyimpan gaya untuk diteruskan ke <i>main shaft</i>
4.	<i>Main shaft</i>	Poros penerus gaya dari <i>fly wheel</i> dan tempat dudukan <i>gerinda wheel</i> . <i>Main shaft</i> yang meneruskan gaya dari <i>flywheel</i> sehingga <i>gerinda wheel</i> dapat berputar
5.	<i>Eccentric mechanism</i>	Menggerakkan <i>main shaft</i> agar <i>gerinda wheel</i> dapat bergerak ke kanan dan ke kiri
6.	<i>Grinding wheel</i>	Batu gerinda
7.	<i>Dresser hydraulic</i>	Meratakan atau mengasah <i>grinding wheel</i> menggunakan system <i>hydraulic</i>
8.	<i>Hydraulic cylinder</i>	Meneruskan gaya dari fluida hidrolik yang bertekanan sehingga menghasilkan gaya searah untuk menggerakkan <i>traverse through</i>
9.	<i>Traverse through</i>	Wadah meletakkan kikir
10.	<i>Trolley wheel</i>	Media yang menggerakkan <i>sliding traverse through</i>
11.	<i>Join for tray</i>	Menghubungkan antara <i>cylinder</i> dengan <i>traverse through</i>

Cara kerja mesin gerinda yaitu, motor listrik mengeluarkan energi mekanik yang diteruskan oleh *V belt* pada *flywheel* sehingga *flywheel* dapat berputar. *Main shaft* yang terhubung pada *flywheel* ikut berputar mengikuti putaran dari *flywheel*, dimana *grinding wheel* yang terpasang pada *main shaft* ikut berputar. Bahan kikir yang akan dihaluskan permukaannya diletakkan di *traverse through*. *Trolley wheel* menggerakkan *sliding traverse through* sehingga dapat bergerak maju mendekati *grinding wheel*, kemudian permukaan bahan kikir di haluskan oleh *grinding wheel* dan *traverse through* bergerak mundur ke posisi awal. Untuk menghaluskan atau meratakan *grinding wheel*, *dresser hydraulic* bergerak maju mendekati *gerinda wheel* dengan tenaga *hydraulic* yang disalurkan oleh *hydraulic cylinder*.

4.2.2 Data Downtime

Data *downtime* komponen menunjukkan lamanya kegagalan komponen yang terjadi mulai Januari 2012 – September 2014 dan dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Kerusakan Komponen Mesin GR 8 Produksi Kikir Tipe Slim Taper

No.	Komponen	Downtime (menit)	Frekuensi Kerusakan
1	V Belt	645	14
2	<i>Traverse Through</i>	1455	5
3	<i>Trolley Wheel</i>	465	3
4	<i>Flywheel</i>	615	3
5	<i>Main shaft</i>	1770	10
6	<i>Joint For Tray</i>	2205	32
7	<i>Hydraulic Cylinder</i>	4470	16
8	<i>Eccentric mechanism</i>	1755	24
9	<i>Dresser Hydraulic</i>	4485	37

4.2.3 Data Biaya Perawatan

Data biaya perawatan yang dikumpulkan yaitu data biaya tenaga kerja operator dan mekanik, harga pokok produksi, dan data biaya komponen. Berikut data biaya terkait:

Biaya tenaga kerja operator (per bulan) = Rp 3.025.000

Biaya tenaga kerja mekanik (per bulan) = Rp 3.025.000

Harga pokok produksi (per pcs) = Rp 9.000

Biaya perbaikan komponen

Hydraulic cylinder = Rp 3.400.000

Joint for tray = Rp 500.000

Nut Eccentric = Rp 500.000

Gear Eccentric = Rp 3.000.000

Main shaft = Rp 6.000.000

Bellows Dresser hydraulic = Rp 7.000.000

Jumlah produksi (pcs/jam) = 642

Data biaya perbaikan komponen sudah termasuk harga komponen dan biaya perawatan yang diperlukan untuk memperbaiki komponen. Data biaya perawatan ini digunakan untuk memperoleh total biaya perawatan.

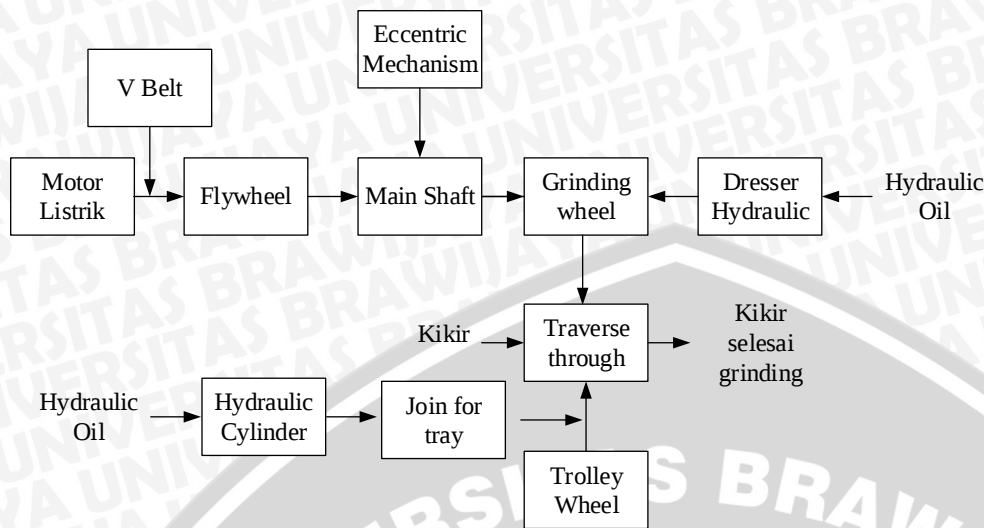
4.3 PENGOLAHAN DATA

Tahap pengolahan data terdiri dari pembuatan FBD, penentuan komponen kritis, FMEA, penentuan jenis distribusi dan parameter data, perhitungan MTTF dan MTTR, perhitungan biaya perawatan dan interval perawatan, dan pembuatan RCM II *decision worksheet*.

4.3.1 Functional Block Diagram (FBD)

Functional block diagram menampilkan sistem kerja mesin dari komponen utama mesin *grinding* dalam bentuk diagram yang ditunjukkan oleh Gambar 4.10.

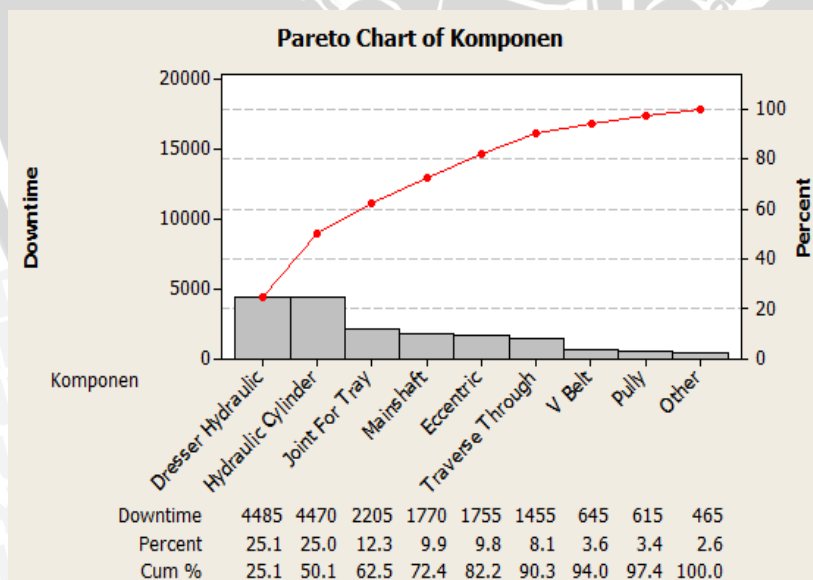
Functional Block Diagram Mesin Grinding



Gambar 4.10 Functional Block Diagram Mesin Grinding

4.3.2 Penentuan Komponen Kritis

Komponen kritis merupakan komponen yang sering mengalami kerusakan maupun yang memiliki *downtime* kerusakan terlama. Penentuan komponen kritis mesin gerinda dilakukan berdasarkan pada data *downtime* dengan waktu terlama. *Pareto chart* dirancang berdasarkan data kerusakan yang ada pada Tabel 4.2 untuk menggambarkan komponen yang mempunyai *downtime* tertinggi hingga terendah.



Gambar 4.11 Pareto Chart Komponen Mesin GR 8 Produksi Kikir Tipe Slim Taper

Pareto chart pada gambar 4.11 menunjukkan 80% *downtime* yang terjadi disebabkan oleh 5 dari 9 komponen. Kelima komponen tersebut perlu diperbaiki terlebih dahulu untuk meningkatkan keandalan. Kelima komponen ini dikatakan komponen kritis mesin

GR 8 adalah *dresser hydraulic, hydraulic cylinder, joint for tray, main shaft*, dan *eccentric*.

4.3.3 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Analisis FMEA dilakukan untuk mengetahui dan mengidentifikasi jenis kerusakan, penyebab, dan dampak yang mungkin ditimbulkan. Setelah mengetahui jenis, penyebab, dan dampak, kemudian dilakukan perhitungan nilai *risk priority number* (RPN). Analisis FMEA dapat diketahui risiko dari kejadian kegagalan. Setelah melakukan pengamatan pada mesin GR 8 maka didapat *functional failure, failure mode*, dan *failure effect* yang terjadi sesuai dengan Tabel 4.3.

1. Perhitungan Nilai Severity

Severity menunjukkan seberapa besar dampak yang ditimbulkan oleh kegagalan terhadap produktivitas pada mesin atau proses dan *output*. Kriteria evaluasi diperoleh dari diskusi dengan pihak perusahaan yang disesuaikan dengan kondisi mesin *grinding* di PT XYZ. Tabel 4.4 menunjukkan kriteria evaluasi nilai *severity*.

Berdasarkan rata-rata waktu perbaikan komponen yang diperoleh dari data historis dan diskusi dengan pihak *maintenance* perusahaan, disesuaikan dengan indikator pada Tabel 4.4 maka diperoleh nilai *severity* dari masing-masing kegagalan pada mesin GR 8 yang ditunjukkan pada Tabel 4.5

Tabel 4.3 Failure Mode Effect Analysis

No	Functional Failure	Failure mode	Failure effect
1	Hydraulic cylinder jammed	Relief valve terganjal atau terdapat kotoran pada relief valve	Gerak pada <i>traverse through</i> terhenti
2	Joint for tray loosening	Join lepas atau berkarat	<i>Traverse through</i> terlepas dari <i>shaft</i> yang tersambung pada <i>hydrolic cylinder</i>
3	Joint for tray playing	Pin goyang	Gerakan <i>traverse through</i> tidak stabil yang dapat mengurangi kualitas produk
4	Eccentric mechanism jammed	Gear kotor, gear patah, gear aus	Batu gerinda tidak bisa bergerak ke kiri dan kekanan, mengakibatkan produk <i>reject</i>
5	Eccentric mechanism playing	Nut pengunci lepas, nut kendur	Gerakan batu gerinda tidak stabil dan mengakibatkan permukaan kikir bergelombang
6	Main shaft broken	Penyetelan <i>slide</i> yang tidak seimbang pada kedua sisi <i>main shaft</i>	Tidak dapat meneruskan gaya dari <i>fly wheel</i> , proses tidak dapat berjalan
7	Dresser hydraulic jammed	Belows berkarat terkena kotor terkena serbuk batu gerinda dan serbuk permukaan kikir yang hasil proses perataan permukaan.	<i>Dresser</i> tidak dapat meratakan batu gerinda dengan bergerak ke kiri dan ke kanan, Permukaan batu gerinda tidak halus dan mengakibatkan permukaan produk kikir bergelombang

Tabel 4.4 Kriteria Evaluasi *Severity* Mesin *Grinding*

Rank	Akibat	Akibat pada mesin
1	Tidak ada akibat	Tidak mengakibatkan downtime dan tidak mengakibatkan dampak pada mesin
2	Sangat ringan	Mesin mengalami sedikit gangguan atau membutuhkan waktu perbaikan < 10 menit
3	Ringan	Mesin mengalami sedikit gangguan atau membutuhkan waktu perbaikan waktu perbaikan 10 – 40 menit
4	Sangat rendah	Mesin mengalami sedikit gangguan membutuhkan waktu perbaikan 41 – 80 menit
5	Rendah	Mesin tetap beroperasi namun terjadi gangguan peralatan. performansi mesin terganggu dan mempengaruhi sedikit kualitas produk atau membutuhkan waktu perbaikan 81 – 120 menit
6	Sedang	Mesin tetap beroperasi namun terjadi gangguan peralatan. performansi mesin terganggu dan mempengaruhi kualitas produk atau membutuhkan waktu perbaikan 121 – 200 menit
7	Tinggi	Mesin tetap beroperasi namun terjadi gangguan peralatan serius. performansi mesin terganggu dan mempengaruhi kualitas produk atau membutuhkan waktu perbaikan 201 – 400 menit
8	Sangat tinggi	Mesin tidak dapat beroperasi atau membutuhkan waktu perbaikan 401 – 500 menit
9	Berbahaya	Mesin tidak dapat dioperasikan karena terjadi kerusakan yang sangat serius atau waktu perbaikan > 501
10	Sangat berbahaya	Kerusakan menyebabkan perlunya penggantian desain mesin karena dapat menimbulkan kecelakaan. dan mempengaruhi pekerja dan perusahaan.

Tabel 4.5 Nilai *Severity* Mesin GR 8

No	Failure	Failure effect	(S)
1	<i>Hydraulic cylinder jammed</i>	Membutuhkan waktu perbaikan $\pm$ 93 menit	5
2	<i>Dresser hydraulic jammed</i>	Membutuhkan waktu perbaikan $\pm$ 123 menit	6
3	<i>Joint for tray loosening</i>	Membutuhkan waktu perbaikan $\pm$ 53 menit	4
4	<i>Joint for tray playing</i>	Membutuhkan waktu perbaikan $\pm$ 83 menit	5
5	<i>Eccentric mechanism jammed</i>	Membutuhkan waktu perbaikan $\pm$ 87 menit	5
6	<i>Eccentric mechanism playing</i>	Membutuhkan waktu perbaikan $\pm$ 51 menit	4
7	<i>Main shaft broken</i>	Membutuhkan waktu perbaikan $\pm$ 99 menit	5

Dari Tabel 4.5 di atas, *dresser hydraulic jammed* merupakan kegagalan yang memiliki nilai *severity* yang paling tinggi dengan nilai 6. Hal ini disebabkan karena untuk memperbaiki kegagalan ini membutuhkan waktu $\pm$ 123 menit yang artinya mesin berhenti beroperasi selama waktu tersebut.

2. Perhitungan Nilai *Occurance*

Occurance menunjukkan seberapa sering jenis kegagalan tersebut terjadi pertahun. Kriteria evaluasi diperoleh dari diskusi dengan pihak perusahaan yang disesuaikan dengan kondisi mesin *grinding* di PT XYZ. Tabel 4.6 menunjukkan kriteria evaluasi nilai *occurance*.

Tabel 4.6 Kriteria Evaluasi *Occurance* Mesin *Grinding*

Rank	Kriteria Kejadian	Frekuensi Kejadian
1	Kegagalan hampir tidak pernah terjadi	1 kali per tahun
2	Kegagalan jarang terjadi	2-3 kali per tahun
3	Kegagalan yang terjadi sangat sedikit	4-5 kali per tahun
4	Kegagalan yang terjadi sedikit	6-8 kali per tahun
5	Kegagalan yang terjadi rendah	9-14 kali per tahun
6	Kegagalan yang terjadi sedang	15-20 kali per tahun
7	Kegagalan yang terjadi agak tinggi	21-30 kali per tahun
8	Kegagalan yang terjadi tinggi	31-40 kali per tahun
9	Kegagalan yang terjadi sangat tinggi	41-45 kali per tahun
10	Kegagalan selalu terjadi	> 45 kali per tahun

Berdasarkan data historis kegagalan mesin GR 8 diperoleh jumlah frekuensi kegagalan pertahun dan disesuaikan dengan indikator pada Tabel 4.4 maka diperoleh nilai *occurance* dari masing-masing kegagalan pada mesin GR 8 yang ditunjukkan pada Tabel 4.7

Tabel 4.7 Nilai *Occurance* Mesin GR 8

No	Failure	Frekuensi	(O)
1	<i>Hydraulic cylinder jammed</i>	5 kali per tahun	3
2	<i>Dresser hydraulic jammed</i>	4 kali per tahun	3
3	<i>Joint for tray loosening</i>	6 kali per tahun	4
4	<i>Joint for tray playing</i>	5 kali per tahun	3
5	<i>Eccentric mechanism jammed</i>	4 kali per tahun	3
6	<i>Eccentric mechanism playing</i>	7 kali per tahun	4
7	<i>Main shaft broken</i>	4 kali per tahun	3

Dari Tabel 4.7 di atas dapat diketahui bahwa kegagalan yang memiliki nilai *occurance* tertinggi adalah *joint for tray loosening* dan *Eccentric mechanism playing* dengan *occurance* yang bernilai 4.

3. Perhitungan Nilai *Detection*

Detection merupakan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan yang akan terjadi. Kriteria evaluasi diperoleh dari diskusi dengan pihak perusahaan yang disesuaikan dengan kondisi mesin gerinda di PT XYZ. Tabel 4.8 menunjukkan kriteria evaluasi nilai *detection*. Berdasarkan diskusi dengan pihak *maintenance* perusahaan, disesuaikan dengan indikator pada Tabel 4.4 maka diperoleh nilai *severity* dari masing-masing kegagalan pada mesin GR 8 yang ditunjukkan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.8 Kriteria Evaluasi *Detection* Mesin GR 8

Rank	Detection	Kriteria
10	Tidak Terdeteksi	Terjadinya kegagalan tidak dapat terdeteksi sama sekali
9	Sangat Sedikit kemungkinan	Sangat kecil kemungkinan dapat mendeteksi kegagalan
8	Sedikit Kemungkinan	Sedikit kemungkinan dapat mendeteksi kegagalan
7	Sangat Rendah	Operator memiliki kemampuan sangat rendah untuk mendeteksi kegagalan
6	Rendah	Operator memiliki kemampuan rendah untuk mendeteksi kegagalan
5	Cukup	Operator memiliki kemampuan cukup untuk mendeteksi kegagalan
4	Cukup Tinggi	Operator memiliki kemampuan cukup tinggi untuk mendeteksi kegagalan
3	Tinggi	Operator memiliki kemampuan tinggi untuk mendeteksi kegagalan
2	Sangat Tinggi	Operator memiliki kemampuan sangat tinggi untuk mendeteksi kegagalan
1	Hampir pasti	Hampir pasti dapat mendeteksi kegagalan

Tabel 4.9 Nilai *Detection* Mesin GR 8

No	Failure	Detection	(D)
1	<i>Hydraulic cylinder jammed</i>	Diketahui oleh operator secara visual dari gerak <i>traverse through</i> yang melambat	5
2	<i>Joint for tray loosening</i>	Operator memiliki kemampuan yang rendah untuk mengetahui kegagalan	7
3	<i>Joint for tray playing</i>	Diketahui oleh operator dari goyangan yang terjadi saat <i>traverse through</i> bergerak	5
4	<i>Eccentric mechanism jammed</i>	Operator memiliki kemampuan yang rendah untuk mendeteksi terjadinya kegagalan, diketahui setelah <i>eccentric mechanism</i> mengeluarkan asap	8
5	<i>Eccentric mechanism playing</i>	Diketahui oleh operator dari permukaan kikir yang bergelombang	8
6	<i>Main shaft broken</i>	Tidak dapat dideteksi secara visual oleh operator	9
7	<i>Dresser hydraulic jammed</i>	Diketahui oleh operator dari <i>dresser</i> yang bergerak lambat	6

Dari Tabel 4.9 di atas dapat diketahui bahwa kegagalan yang memiliki nilai *detection* tertinggi adalah *main shaft broken* yang bernilai 9. Kegagalan pada komponen *main shaft* tidak dapat dideteksi oleh operator secara visual, kegagalan dapat diketahui setelah terjadinya *failure effect*.

4. Perhitungan *Risk Priority Number* (RPN)

Setelah mengetahui nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* dari masing-masing jenis kegagalan, selanjutnya menghitung nilai RPN. Perhitungan nilai RPN dilakukan untuk menunjukkan bahwa komponen-komponen yang terpilih dari *pareto chart* merupakan komponen dengan RPN yang tinggi. RPN menunjukkan tingkat keseriusan yang terjadi pada suatu kegagalan, dimana menunjukkan perkalian nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Dari Tabel 4.12 dapat diketahui bahwa komponen *main shaft broken* memiliki nilai RPN tertinggi. Dengan menghitung nilai RPN dapat diketahui dari komponen *main*

shaft yang menjadi perhatian adalah kegagalan yang terjadi pada komponen ini tidak dapat dideteksi sehingga dapat dilakukan tindakan yang tepat.

4.3.4 Penentuan Jenis Distribusi dan Parameter Data

Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, terdapat empat jenis distribusi yang digunakan dalam keandalan (*reliability*), yaitu *Weibull*, *Normal*, *Lognormal*, dan *Exponential*. Penentuan jenis distribusi dan parameter menggunakan *software* Minitab 16. Data yang akan digunakan dalam penentuan distribusi adalah *time to failure* (TTF) dan *time to repair* (TTR). Untuk pengujian distribusi data yang diambil minimal terdapat tiga data TTF dan TTR untuk setiap jenis kerusakan. Berikut adalah data TTF dan TTR komponen kritis.

1. *Hydraulic Cylinder*

Kerusakan yang sering terjadi pada komponen *hydraulic cylinder* adalah *jammed*, berikut data TTR dan TTF yang disajikan dalam satuan jam pada Tabel 4.12.

Tabel 4.10 Nilai TTR dan TTF pada Komponen *Hydraulic Cylinder Jammed*

Tanggal	TTR (jam)	TTF (jam)
15-Jul-13	5	
6-Sep-13	1	1277,08
2-Oct-13	1	647,5
3-Jan-14	0,5	2207
28-Apr-14	0,5	2787,33
7-May-14	1,25	214,3

2. *Dresser hydraulic*

Kerusakan yang sering terjadi pada komponen *dresser hydraulic* adalah *jammed*, berikut data TTR dan TTF yang disajikan dalam satuan jam pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Nilai TTR dan TTF pada Komponen *Dresser Hydraulic Jammed*

Tanggal	TTR (jam)	TTF (jam)	Tanggal	TTR (jam)	TTF (jam)
23-Feb-12	3	-	28-Mar-14	1,5	5778,17
10-Apr-12	1	1102,75	30-Apr-14	1,5	830
28-Jul-12	0,5	2621,75	7-May-14	4,25	165,33
30-Jul-13	0,75	2619,5	4-Jul-14	3,40	1406,5

Tabel 4.12 Nilai RPN Mesin GR 8

RCM II Information Worksheet				Sistem: Mesin Gerinda								
				Sub Sistem: Mesin Gerinda 8								
				Fungsi Sub Sistem: Penghilangan kerak dan <i>decarburation</i> pada permukaan kikir dengan cara pengurangan permukaan								
No	Equipment	Functional			Functional Failure	Failure Mode		Failure Effect	S	O	D	RPN
1.	Hydraulic cylinder	1	Meneruskan gaya dari fluida hidrolik yang bertekanan sehingga menghasilkan gaya searah untuk menggerakkan <i>traverse through</i>	A	Jammed	5	Relief valve terganjal atau terdapat kotoran pada relief valve	Gerak pada <i>traverse through</i> terhenti	5	3	5	75
2.	Dresser hydraulic	1	Meratakan atau mengasah <i>grinding wheel</i> menggunakan sistem <i>hydraulic</i>	A	Jammed	6	Bellows kotor terkena serbuk batu gerinda	Dresser tidak dapat meratakan batu gerinda dengan bergerak ke kiri dan ke kanan, permukaan batu gerinda tidak halus dan mengakibatkan permukaan produk kikir bergelombang	6	3	5	90
3.	Joint for tray	1	Menghubungkan antara <i>cylinder</i> dengan <i>traverse through</i>	A	Loosening	4	Join lepas atau berkarat	Traverse through terlepas dari shaft yang tersambung pada <i>hydraulic cylinder</i>	4	4	7	112
				B	Playing	5	Pin goyang	Gerakan <i>traverse through</i> tidak stabil yang dapat mengurangi kualitas produk	5	3	5	75
4.	Eccentric mechanism	1	Menggerakkan <i>main shaft</i> agar <i>grinding wheel</i> dapat bergerak ke kanan dan ke kiri	A	Jammed	5	Gear kotor, gear patah, gear aus	Batu gerinda tidak bias bergerak ke kiri dan kekanan, mengakibatkan produk reject	5	3	8	120
				B	Playing	4	Mur pengunci lepas, nut kendur	Gerakan batu gerinda tidak stabil dan mengakibatkan permukaan kikir bergelombang	4	4	8	128
5.	Main shaft	1	Poros penerus gaya dari <i>fly wheel</i> dan tempat dudukan <i>grinding wheel</i> . Main shaft yang meneruskan gaya dari <i>flywheel</i> sehingga <i>grinding wheel</i> dapat berputar	A	Broken	5	Penyetelan <i>slide</i> yang tidak seimbang pada kedua sisi <i>main shaft</i>	Tidak dapat meneruskan gaya dari <i>fly wheel</i>	5	3	9	135

3. Joint For Tray

Kerusakan yang sering terjadi pada komponen *joint for tray* adalah *loosening* dan *playing*, berikut data TTR dan TTF yang disajikan dalam satuan jam pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Nilai TTR dan TTF pada Komponen *Joint For Tray Loosening* dan *Joint For Tray Playing*

Playing			Loosening		
Tanggal	TTR	TTF	Tanggal	TTR	TTF
	(jam)	(jam)		(jam)	(jam)
13-Mar-12	2	-	24-May-12	1	-
29-Jun-12	0,75	2599,25	20-Jun-12	0,5	663,5
17-Jul-12	1	421	30-Jul-12	0,5	952,5
27-Jul-12	2,5	251,25	7-Aug-12	1	201
13-Feb-13	2,25	4853,33	1-Nov-12	1,5	2095,5
2-Mar-13	2	414,33	10-Dec-12	1	935
4-Mar-13	0,5	37,83	22-Feb-13	0,25	1773
13-Apr-13	1	975	16-Mar-13	0,75	527,5
27-Jul-13	0,75	2511	18-Sep-13	1	4455,5
23-Dec-13	1	3575,75	23-Nov-13	0,75	1583,5
1-Feb-14	2	952	26-Jan-14	1,5	1548,83
10-Apr-14	0,75	1605,5			

4. Main shaft

Kerusakan yang sering terjadi pada komponen *main shaft* adalah *broken*, berikut data TTR dan TTF yang disajikan dalam satuan jam pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Nilai TTR dan TTF pada Komponen *Main Shaft Broken*

Tanggal	TTR (jam)	TTF (jam)
9-Jul-13	1,75	-
24-Oct-13	2,5	2568,75
20-Nov-13	1,75	886,25
28-Dec-13	1,25	680

5. Eccentric

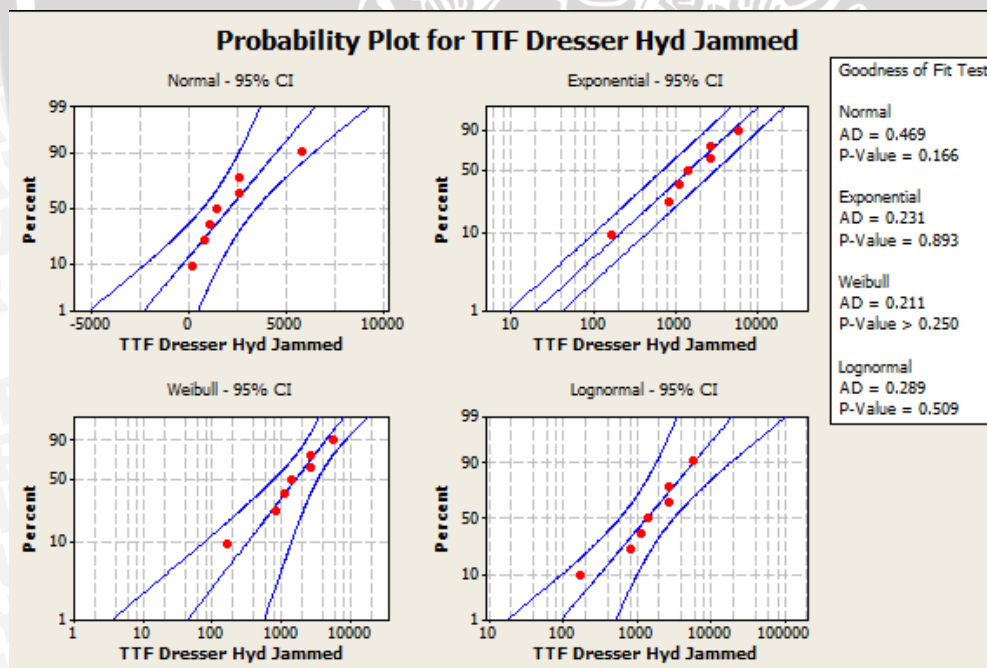
Kerusakan yang sering terjadi pada komponen *Eccentric mechanism* adalah *jammed* dan *playing*, berikut data TTR dan TTF yang disajikan dalam satuan jam pada table 4.15.

Tabel 4.15 Nilai TTR dan TTF pada Komponen *Eccentric Mechanism Jammed* dan *Eccentric Mechanism Playing*

Jammed			Playing		
Tanggal	TTR (jam)	TTF (jam)	Tanggal	TTR (jam)	TTF (jam)
14-Sep-12	2	-	10-Sep-13	1,5	-
1-Dec-12	1,5	1867,5	31-Oct-13	0,5	1214,5
30-Oct-13	0,75	3443,25	11-Nov-13	0,5	263,25
17-Jan-14	0,5	2619	4-Dec-13	1	549,25
7-Feb-14	2,75	515,75	9-Jan-14	0,5	871
25-Feb-14	0,75	430,75	28-Mar-14	0,25	1857,25
27-Jul-14	2,75	694,75	20-May-14	1,25	1271,25
			4-Jun-14	1	379,25
			16-Jun-14	1,5	298,25
			6-Jul-14	1	485
			9-Sep-14	0,5	807,25

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

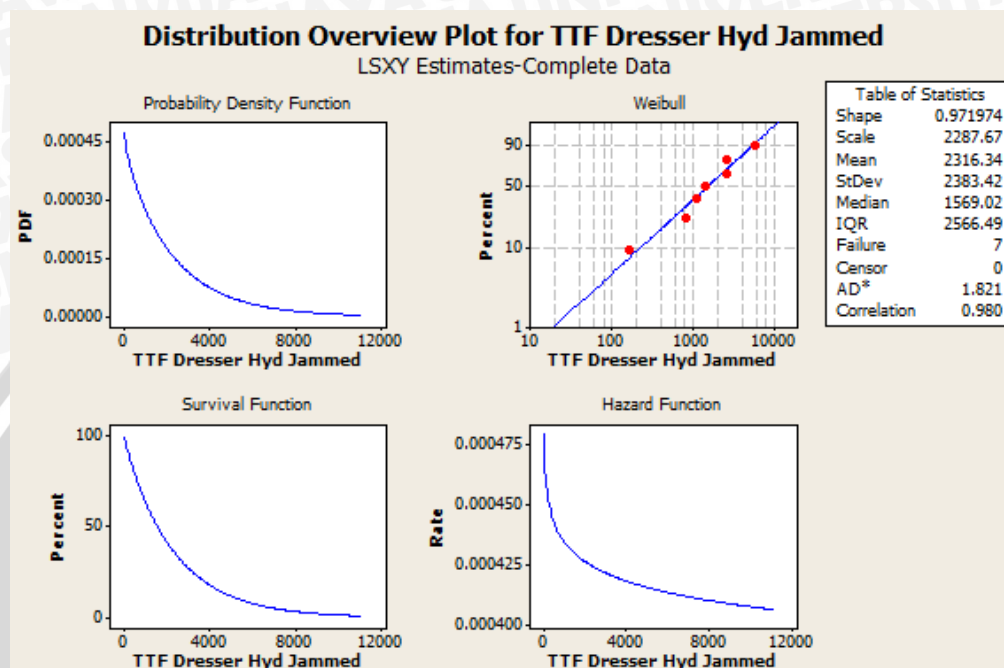
Penentuan jenis distribusi dengan pengujian *goodness of fit test* untuk ke empat jenis distribusi dari data TTF. Hasil uji *goodness of fit test* untuk data TTF dresser hydraulic dengan jenis kerusakan *jammed* ditunjukkan pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 *Goodness Of Fit Test* Data TTF Dresser Hydraulic Jammed

Kriteria pemilihan distribusi adalah dengan melihat nilai statistik *Anderson-Darling* (AD) yang paling kecil. Nilai AD berfungsi untuk mengukur kesesuaian terhadap distribusi tertentu. Semakin kecil nilai AD menunjukkan bahwa data semakin sesuai dengan distribusi yang diuji (Soesetyo dan Liem, 2014:150). Dari Gambar 4.11 diperoleh

informasi bahwa distribusi *Weibull* memiliki nilai AD terkecil yaitu sebesar 0,211, sehingga data *TTF Dresser hydraulic jammed* berdistribusi *Weibull*. Setelah diketahui jenis distribusi data, maka selanjutnya menentukan parameter distribusi dari data *TTF dresser hydraulic jammed*. Gambar 4.12 menunjukkan nilai parameter distribusi data *TTF dresser hydraulic jammed* yang diuji dengan bantuan *software* Minitab 16.



Gambar 4.12 Parameter Distribusi *Dresser Hydraulic Jammed*

Dari Gambar 4.12 diperoleh informasi parameter bentuk (*shape*) memiliki nilai sebesar 1,07727 dan parameter skala (*scale*) memiliki nilai sebesar 1472,93.

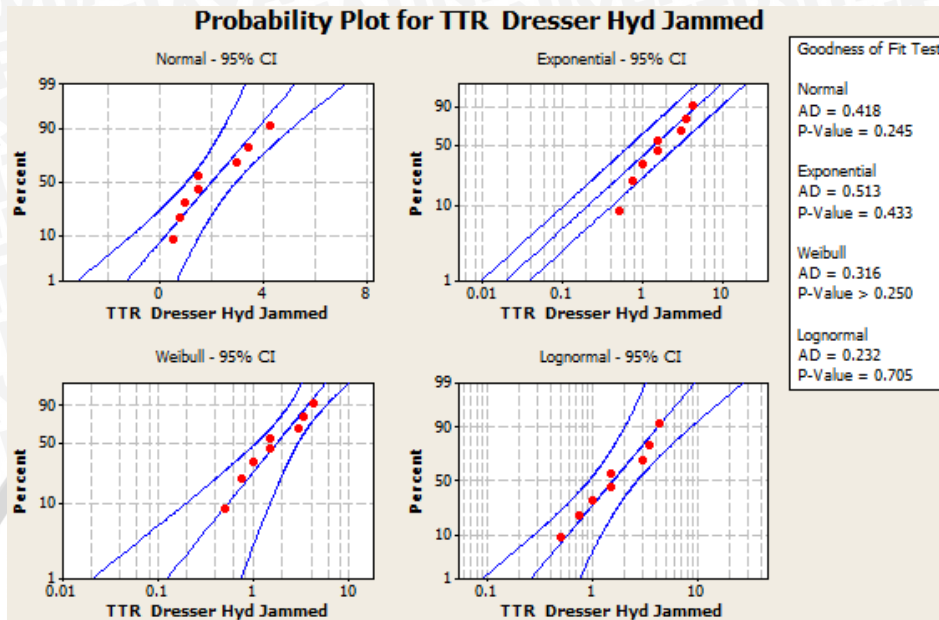
Penentuan jenis distribusi dan parameter untuk masing-masing jenis kerusakan komponen kritis dapat dilihat pada Lampiran 2. Hasil rekapitulasi jenis distribusi dan parameter dari data TTF komponen kritis mesin GR 8 dapat dilihat pada Tabel 4.16. Nilai parameter distribusi dari data TTF setiap komponen kritis yang diperoleh akan digunakan untuk perhitungan *Mean Time To Failure* (MTTF).

Tabel 4.16 Hasil Uji Distribusi Data Waktu Antar Kerusakan Komponen

No	Komponen	Jenis kerusakan	Jenis Distribusi	Parameter	
				Shape (β)	Scale (θ)
1	<i>Hydraulic Cylinder</i>	<i>Jammed</i>	Weibull	1,00976	1654,33
2	<i>Dresser Hydraulic</i>	<i>Jammed</i>	Weibull	0,971974	2287,67
3	<i>Joint For Tray</i>	<i>Loosening</i>	Weibull	1,32487	1629,38
		<i>Playing</i>	Weibull	0,803420	1715,50
4	<i>Eccentric</i>	<i>Jammed</i>	Weibull	1,11975	2310,13
		<i>Playing</i>	Weibull	1,74798	891,992
5	<i>Main shaft</i>	<i>Broken</i>	Weibull	1,50169	1570,11

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

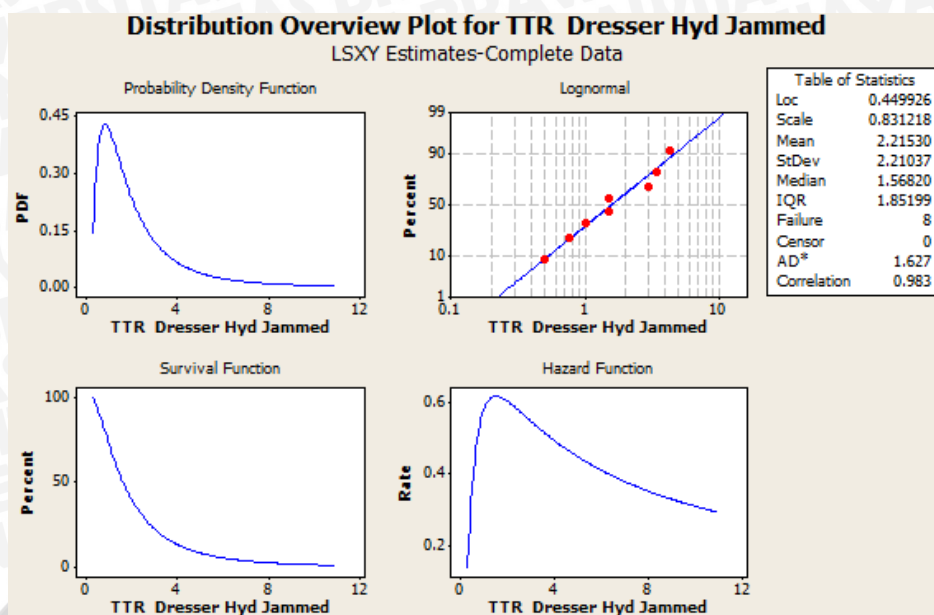
Penentuan jenis distribusi dengan pengujian *goodness of fit test* untuk ke empat jenis distribusi dari data TTR. Hasil uji *goodness of fit test* untuk data TTR dresser hydraulic dengan jenis kerusakan *jammed* ditunjukkan pada gambar 4.13.



Gambar 4.13 Goodness Of Fit Test Data TTR Dresser Hydraulic Jammed

Kriteria pemilihan distribusi adalah dengan melihat nilai statistik *Anderson-Darling* (AD) yang paling kecil. Dari Gambar 4.13 diperoleh informasi bahwa distribusi *Weibull* memiliki nilai AD terkecil yaitu sebesar 0,232 sehingga data TTR dresser hydraulic jammed berdistribusi *Lognormal*. Setelah diketahui jenis distribusi data, maka selanjutnya menentukan parameter distribusi dari data TTR dresser hydraulic jammed. Gambar 4.14 menunjukkan nilai parameter distribusi data TTR dresser hydraulic jammed yang diuji dengan bantuan *software* Minitab 16. Dari gambar 4.14 diperoleh informasi parameter *median* (t_{med}) memiliki nilai sebesar 1,56820 dan parameter skala (*scale*) memiliki nilai sebesar 0,803786.

Penentuan jenis distribusi dan parameter untuk jenis kerusakan masing-masing komponen kritis dapat dilihat pada Lampiran 3. Hasil rekapitulasi jenis distribusi dan parameter dari data TTR komponen kritis mesin GR 8 dapat dilihat pada Tabel 4.17.



Gambar 4.14 Parameter Distribusi Dresser Hydraulic Jammed

Tabel 4.17 Hasil Uji Distribusi Data Lama Waktu Perbaikan Komponen

No	Komponen	Jenis kerusakan	Jenis Distribusi	Parameter		
				t_{Med}	Scale	Mean
1	Hydraulic Cylinder	Jammed	Lognormal	1,07722	0,876181	-
2	Dresser Hydraulic	Jammed	Lognormal	0,831218	1,568200	-
3	Joint For Tray	Loosening	Normal	-	-	0,886364
		Playing	Lognormal	1,20628	0,558281	-
4	Eccentric	Jammed	Lognormal	1,15606	0,762340	-
		Playing	Lognormal	0,727484	0,574943	-
5	Main shaft	Broken	Lognormal	1,75886	0,320379	-

Nilai parameter distribusi dari data TTR setiap komponen kritis yang diperoleh akan digunakan untuk perhitungan *Mean Time To Repair* (MTTR).

4.3.5 Perhitungan *Mean Time to Failure* (MTTF) dan *Mean Time to Repair* (MTTR)

Setelah mengetahui jenis distribusi masing-masing kerusakan komponen, langkah selanjutnya melakukan perhitungan MTTF dan MTTR. Perhitungan MTTF dan MTTR dilakukan sesuai jenis distribusi untuk masing-masing kerusakan pada mesin GR 8.

4.3.5.1 Perhitungan *Mean Time to Failure* (MTTF)

Data waktu antar kerusakan (TTF) untuk semua kerusakan komponen berdistribusi *weibull* sehingga perhitungan mengacu pada Persamaan 2-10. Berikut contoh perhitungan nilai MTTF pada komponen *hydraulic cylinder* dengan jenis kerusakan *jammed*.

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

$$\begin{aligned}
&= 1654,33 \Gamma\left(1 + \frac{1}{1,00976}\right) \\
&= 1654,33 \Gamma(1,99) \\
&= 1654,33 \times 0,99581 \\
&= 1647,40 \text{ jam}
\end{aligned}$$

Hasil perhitungan MTTF dapat dilihat pada Tabel 4.18. Komponen *dresser hydraulic* memiliki waktu MTTF terlama yaitu 2314,84 jam, rata-rata interval waktu antar kerusakan jenis *jammed* pada *dresser hydraulic* berdasarkan distribusi kerusakan memiliki interval selama 2314,84 jam. Nilai MTTF dapat memberikan informasi kinerja dari suatu peralatan atau komponen. Semakin besar nilai MTTF menunjukkan kinerja atau kemampuan komponen yang lebih baik dari pada komponen yang memiliki MTTF lebih singkat untuk jenis komponen yang memiliki *life time* yang sama.

Tabel 4.18 Rekapitulasi Nilai MTTF

No	Komponen	Jenis kerusakan	MTTF (jam)
1	<i>Hydraulic Cylinder</i>	<i>Jammed</i>	1647,40
2	<i>Dresser Hydraulic</i>	<i>Jammed</i>	2314,84
3	<i>Joint For Tray</i>	<i>Loosening</i>	1497,5
		<i>Playing</i>	1932,62
4	<i>Eccentric</i>	<i>Jammed</i>	2213,98
		<i>Playing</i>	794,31
5	<i>Main shaft</i>	<i>Broken</i>	1418,28

4.3.5.2 Perhitungan Mean Time to Repair (MTTR)

Data waktu antar perbaikan (TTR) untuk komponen *dresser hydraulic jammed*, *hydraulic cylinder jammed*, *joint for tray playing*, *main shaft broken*, dan *eccentric mechanism jammed* dan *playing* berdistribusi lognormal sehingga perhitungan mengacu pada Persamaan 2-8. Data TTR *joint for tray loosening* berdistribusi normal sehingga perhitungan mengacu pada Persamaan 2-6. Berikut contoh perhitungan nilai MTTR pada komponen *hydraulic cylinder* dengan jenis kerusakan *jammed*.

$$\begin{aligned}
\text{MTTR} &= t_{med} e^{\left(\frac{s^2}{2}\right)} \\
&= 1,07722 e^{\left(\frac{0,876181^2}{2}\right)} \\
&= 1,07722 e^{0,3838} \\
&= 1,58 \text{ jam}
\end{aligned}$$

Tabel 4.19 menunjukkan hasil perhitungan MTTR untuk masing-masing komponen. Nilai MTTR terlama terdapat pada komponen *dresser hydraulic* sebesar 2,22 jam. Dapat

diartikan, waktu rata-rata perbaikan komponen *dresser hydraulic* dengan jenis kerusakan *jammed* selama 2,22 jam.

Tabel 4.19 Rekapitulasi Nilai MTTR

No	Komponen	Jenis kerusakan	MTTR (jam)
1	<i>Hydraulic Cylinder</i>	<i>Jammed</i>	1,58
2	<i>Dresser Hydraulic</i>	<i>Jammed</i>	2,22
3	<i>Joint For Tray</i>	<i>Loosening</i>	0,89
		<i>Playing</i>	1,41
4	<i>Eccentric mechanism</i>	<i>Jammed</i>	1,50
		<i>Playing</i>	0,86
5	<i>Main shaft</i>	<i>Broken</i>	1,85

4.3.6 Perhitungan Biaya Perawat dan Interval Perawatan

Untuk menghitung interval perawatan, terlebih dahulu dilakukan perhitungan biaya terkait seperti biaya tenaga kerja, biaya kerugian, biaya perbaikan dan penggantian komponen, dan *failure Cost* (Cf) dan *maintenance Cost* (Cm). Setelah diperoleh nilai dari biaya tersebut, langkah selanjutnya menentukan interval waktu perawatan dan total biaya perawatan.

1. Biaya Tenaga Kerja

Biaya tenaga kerja adalah biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk membiayai teknisi *maintenance* memperbaiki kerusakan pada mesin GR 8 . Tenaga kerja yang diperlukan untuk memperbaiki mesin GR 8 berjumlah dua orang, dengan jam kerja 8 jam setiap harinya. Tabel 4.20 menunjukkan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan.

Tabel 4.20 Biaya Tenaga Kerja

No	Tenaga Kerja	Gaji/bulan (Rp)	Gaji/jam (Rp)	Jumlah Tenaga Kerja
1	Teknisi <i>maintenance</i>	3.025.000	12.605	2
Total Biaya Tenaga Kerja (Rp/jam)				25.210

Jadi biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan bila terjadinya kerusakan pada mesin GR 8 adalah sebesar Rp 25.210 per jam.

2. Biaya Kerugian

Biaya kerugian adalah biaya yang hilang karena terjadinya kerusakan pada mesin. Terdapat dua jenis biaya kerugian yaitu biaya kehilangan produksi dan biaya operator *idle*. Untuk megoperasikan satu mesin GR 8 dibutuhkan satu orang operator dengan jam kerja 8 jam dalam satu hari. Untuk biaya operator *idle* ditunjukkan pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21 Biaya Operator *Idle*

No	Tenaga Kerja	Gaji/bulan (Rp)	Gaji/jam (Rp)	Jumlah Operator
1	Operato Mesin <i>Gerinda</i>	3.025.000	12.605	1
Jumlah Biaya Operator <i>Idle</i> (Rp/jam)				12.605

Perusahaan mengalami kerugian sebesar Rp 12.605 dalam setiap jamnya akibat operator yang *idle*. Untuk biaya kehilangan produksi adalah sebagai berikut:

Jumlah produksi kikir per jam = 642 kikir/jam

Harga pokok produksi = Rp 9.000

Biaya kehilangan produksi = Jumlah produksi/jam x Harga pokok produksi
 = 642 x Rp 9.000
 = Rp 5.778.000

Perusahaan kehilangan Rp 5.778.000 per jam saat mesin berhenti beroperasi. Untuk total biaya kerugian yang dialami perusahaan setiap jam mesin GR 8 berhenti beroperasi adalah sebagai berikut:

Biaya kerugian = Biaya operator *idle* per jam + Biaya kehilangan Produksi per jam
 = Rp 5.778.000 + Rp 12.605
 = Rp 5.790.605

Jadi perusahaan mengalami kerugian sebesar Rp 5.790.605 per jam untuk mesin GR 8 yang berhenti beroperasi.

3. Biaya Perbaikan dan Penggantian Komponen

Biaya perbaikan komponen adalah biaya yang diperlukan untuk memperbaiki komponen atau mengganti komponen agar mesin dapat berjalan memenuhi fungsi utamanya. Untuk biaya perbaikan komponen yang dilakukan secara *corrective maintenance* setiap siklusnya dapat dilihat pada Tabel 4.22.

Tabel 4.22 Biaya Perbaikan dan Penggantian Komponen

No	Komponen	Biaya Perbaikan (Rp)
1	<i>Hydraulic cylinder</i>	3.400.000
2	<i>Joint for tray</i>	500.000
3	<i>Nut Eccentric</i>	500.000
4	<i>Gear Eccentric</i>	3.000.000
5	<i>Main shaft</i>	6.000.000
6	<i>Bel lows Dresser hydraulic</i>	7.000.000

4. Perhitungan *Failure Cost* (Cf) dan *Maintenance Cost* (Cm)

Failure cost (Cf) adalah biaya yang timbul karena terjadinya kerusakan diluar perkiraan (*breakdown*) yang menyebabkan terhentinya produksi. Biaya Cf terdiri dari biaya tenaga kerja, biaya *loss production* dan operator *idle*, dan biaya perbaikan komponen itu sendiri. *Maintenance cost* merupakan biaya yang timbul karena adanya

kegiatan perawatan sebelum terjadinya *breakdown*. Biaya Cm terdiri dari biaya tenaga kerja, biaya *loss production* dan operator *idle* apabila mesin di *shut down*, serta biaya perawatan seperti pengecekan, pelumasan, pembersihan, dan penggantian komponen. Berikut adalah perhitungan Cf dan Cm per siklus untuk masing-masing komponen mesin GR 8.

a. *Hydraulic Cylinder Jammed*

Diketahui:

Waktu perawatan (T_p) = 0,5 jam

$$\begin{aligned} C_f &= [(biaya tenaga kerja + biaya kerugian) \times MTTR] + biaya perbaikan \\ &= [(Rp 25.210 + Rp 5.790.605) \times 1,58 \text{ jam}] + Rp 3.400.000 \\ &= Rp 12.588.987,70 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_m &= [(biaya tenaga kerja + biaya kerugian) \times T_p] + biaya perbaikan \\ &= [(Rp 25.210 + Rp 5.790.605) \times 0,5] + Rp 3.400.000 \\ &= Rp 6.307.907,50 \end{aligned}$$

b. *Dresser Hydraulic Jammed*

Waktu perawatan (T_p) = 0,5 jam

$$\begin{aligned} C_f &= [(biaya tenaga kerja + biaya kerugian) \times MTTR] + biaya perbaikan komponen \\ &= [(Rp 25.210 + Rp 5.790.605) \times 2,22] + Rp 7.000.000 \\ &= Rp 19.911.109,30 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_m &= [(biaya tenaga kerja + biaya kerugian) \times T_p] + biaya perbaikan komponen \\ &= [(Rp 25.210 + Rp 5.790.605) \times 0,5] + Rp 7.000.000 \\ &= Rp 9.907.907,50 \end{aligned}$$

c. *Joint For Tray Loosening*

Waktu perawatan (T_p) = 0,25 jam

$$\begin{aligned} C_f &= [(biaya tenaga kerja + biaya kerugian) \times MTTR] + biaya perbaikan \\ &= [(Rp 25.210 + Rp 5.790.605) \times 0,89] + Rp 500.000 \\ &= Rp 5.676.075,35 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_m &= [(biaya tenaga kerja + biaya kerugian) \times T_p] + biaya perbaikan \\ &= [(Rp 25.210 + Rp 5.790.605) \times 0,25] + Rp 500.000 \\ &= Rp 1.953.953,75 \end{aligned}$$

d. *Joint For Tray Playing*

Waktu perawatan (T_p) = 0.5 jam

$$\begin{aligned} C_f &= [(biaya tenaga kerja + biaya kerugian) \times MTTR] + biaya perbaikan komponen \\ &= [(Rp 25.210 + Rp 5.790.605) \times 1,41] + 500.000 \end{aligned}$$

$$= \text{Rp } 8.700.299,15$$

$$\begin{aligned} C_m &= [(biaya \text{ tenaga kerja} + biaya \text{ kerugian}) \times T_p] + biaya \text{ perbaikan komponen} \\ &= [(Rp \ 25.210 + Rp \ 5.790.605) \times 0,5] + 500.000 \\ &= \text{Rp } 3.407.907,50 \end{aligned}$$

e. *Eccentric Mechanism Jammed*

$$\text{Waktu perawatan } (T_p) = 0,5 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} C_f &= [(biaya \text{ tenaga kerja} + biaya \text{ kerugian}) \times MTTR] + biaya \text{ perbaikan komponen} \\ &= [(Rp \ 25.210 + Rp \ 5.790.605) \times 1,5] + Rp \ 3.000.000 \\ &= \text{Rp } 11.723.722,50 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_m &= [(biaya \text{ tenaga kerja} + biaya \text{ kerugian}) \times T_p] + biaya \text{ perbaikan komponen} \\ &= [(Rp \ 25.210 + Rp \ 5.790.605) \times 0,5] + Rp \ 3.000.000 \\ &= \text{Rp } 5.907.907,50 \end{aligned}$$

f. *Eccentric Mechanism Playing*

$$\text{Waktu perawatan } (T_p) = 0,25 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} C_f &= [(biaya \text{ tenaga kerja} + biaya \text{ kerugian}) \times MTTR] + biaya \text{ perbaikan komponen} \\ &= [(Rp \ 25.210 + Rp \ 5.790.605) \times 0,86] + Rp \ 500.000 \\ &= \text{Rp } 5.501.600,90 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_m &= [(biaya \text{ tenaga kerja} + biaya \text{ kerugian}) \times T_p] + biaya \text{ perbaikan komponen} \\ &= [(Rp \ 25.210 + Rp \ 5.790.605) \times 0,25] + Rp \ 500.000 \\ &= \text{Rp } 1.953.953,75 \end{aligned}$$

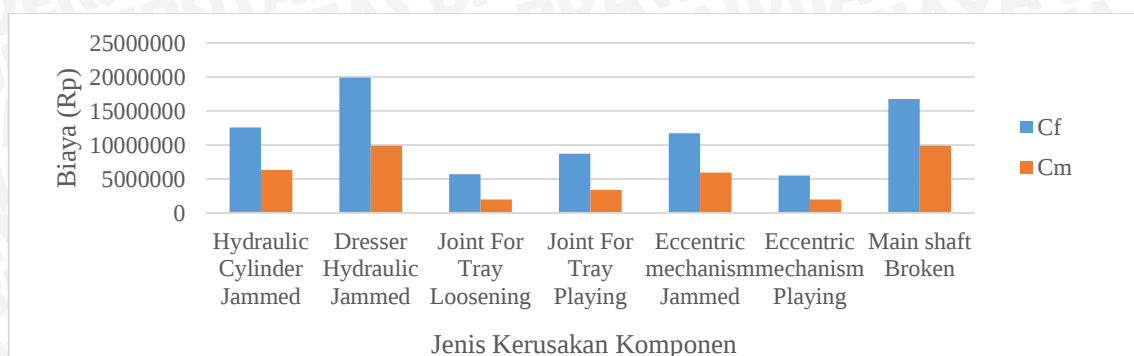
g. *Main Shaft Broken*

$$\text{Waktu perawatan } (T_p) = 0,67 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} C_f &= [(biaya \text{ tenaga kerja} + biaya \text{ kerugian}) \times MTTR] + biaya \text{ perbaikan komponen} \\ &= [(Rp \ 25.210 + Rp \ 5.790.605) \times 1,85] + Rp \ 6.000.000 \\ &= \text{Rp } 16.759.257,57 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_m &= [(biaya \text{ tenaga kerja} + biaya \text{ kerugian}) \times T_p] + biaya \text{ perbaikan komponen} \\ &= [(Rp \ 25.210 + Rp \ 5.790.605) \times 0,67] + Rp \ 6.000.000 \\ &= \text{Rp } 9.896.596,05 \end{aligned}$$

Gambar 4.15 menunjukkan nilai C_f lebih tinggi dari pada nilai C_m untuk masing-masing kegagalan komponen. Dapat disimpulkan bahwa biaya yang dikeluarkan untuk perawatan lebih kecil dari pada biaya yang dikeluarkan untuk perbaikan.



Gambar 4.15 Grafik Perbandingan Nilai *Cost of Failure* (Cf) dan *Cost of Maintenance* (Cm)

5. Interval Waktu Perawatan

Setelah memperoleh nilai biaya perawatan dan biaya kegagalan, langkah selanjutnya adalah mencari interval waktu perawatan menggunakan Persamaan 2-16. Berikut contoh perhitungan interval waktu perawatan pada komponen *hydraulic cylinder* dengan jenis kerusakan *jammed*.

$$\begin{aligned}
 TM &= \theta \left(\frac{C_m}{C_f - C_m} \times \frac{1}{\beta^{-1}} \right)^{\frac{1}{\beta}} \\
 &= 1654,33 \left(\frac{6.307.907,50}{12.588.987,70 - 6.307.907,50} \times \frac{1}{1,00976^{-1}} \right)^{\frac{1}{1,00976}} \\
 &= 1677,38 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan interval perawatan (TM) disajikan pada Tabel 4.23. Komponen *main shaft broken* memiliki interval perawatan terlama yaitu sebesar 2626,6 jam.

Tabel 4.23 Rekapitulasi Nilai TM

No	Komponen	Jenis kerusakan	TM (jam)
1	<i>Hydraulic Cylinder</i>	<i>Jammed</i>	1677,38
2	<i>Dresser Hydraulic</i>	<i>Jammed</i>	2199,96
3	<i>Joint For Tray</i>	<i>Loosening</i>	1238,77
		<i>Playing</i>	755,33
4	<i>Eccentric mechanism</i>	<i>Jammed</i>	2591,78
		<i>Playing</i>	872,83
5	<i>Main shaft</i>	<i>Broken</i>	2626,60

6. Perhitungan Total Biaya Perawatan

Setelah diperoleh interval waktu perawatan, selanjutnya menghitung total biaya perawatan berdasarkan interval perawatan. Berikut perhitungan total biaya perawatan menggunakan Persamaan 2-15. Berikut contoh perhitungan total biaya perawatan pada komponen *hydraulic cylinder* dengan jenis kerusakan *jammed*.

$$TC = \frac{C_m}{TM} + \frac{C_f}{\theta^{\beta}} TM^{\beta-1}$$

$$= \frac{6.307.907,50}{1677,38} + \frac{12.588.987,70}{1654,33^{1,00976}} 1677,38^{1,00976-1}$$

$$= \text{Rp } 11.371,31/\text{jam}$$

Hasil perhitungan biaya dan interval ditunjukkan pada Tabel 4.24. Total biaya perawatan tertinggi per jam adalah komponen *main shaft* sebesar Rp 17.585,49 per jam.

Tabel 4.24 Reapitulasi Biaya dan Interval Perawatan

No	Komponen	Jenis kerusakan	TM (jam)	TC (per jam)
1	<i>Hydraulic Cylinder</i>	<i>Jammed</i>	1677,38	Rp 11.371,31
2	<i>Dresser Hydraulic</i>	<i>Jammed</i>	2199,96	Rp 13.216,88
3	<i>Joint For Tray</i>	<i>Loosening</i>	1238,77	Rp 4.764,14
		<i>Playing</i>	755,33	Rp 10.470,85
4	<i>Eccentric mechanism</i>	<i>Jammed</i>	2591,78	Rp 7.424,80
		<i>Playing</i>	872,83	Rp 8.307,02
5	<i>Main shaft</i>	<i>Broken</i>	2626,60	Rp 17.585,49

4.3.7 Perhitungan Keandalan

Setelah melakukan perhitungan interval, kemudian menghitung keandalan komponen kritis berdasarkan interval waktu perawatan. Distribusi kerusakan komponen adalah *weibull*, perhitungan mangacu pada Persamaan 2-9. Berikut contoh perhitungan nilai keandalan pada komponen *hydraulic cylinder* dengan jenis kerusakan *jammed*.

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

$$= e^{-\left(\frac{1677,38}{1654,33}\right)^{1,00976}}$$

$$= 0,362739 \approx 36,27\%$$

Hasil perhitungan keandalan disajikan dalam Tabel 4.25. Keandalan merupakan probabilitas suatu komponen atau mesin dapat bekerja sesuai dengan fungsinya dalam kondisi pengoperasian normal. Keandalan akan menurun jika mesin dioperasikan terus menerus. Komponen *joint for tray* memiliki keandalan sebesar 59,61% yang berarti probabilitas komponen akan mengalami kegagalan fungsi *playing* dalam periode tertentu sebesar 0,5961.

Tabel 4.25 Rekapitulasi Keandalan Komponen Kritis Mesin GR 8

No	Komponen	Jenis kerusakan	Keandalan (R)
1	<i>Hydraulic Cylinder</i>	<i>Jammed</i>	36,27%
2	<i>Dresser Hydraulic</i>	<i>Jammed</i>	38,19%
3	<i>Joint For Tray</i>	<i>Loosening</i>	49,88%
		<i>Playing</i>	59,61%
4	<i>Eccentric</i>	<i>Jammed</i>	32,06%
		<i>Playing</i>	38,18%
5	<i>Main shaft</i>	<i>Broken</i>	11,47%

4.4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisa dan pembahasan meliputi analisa FMEA, analisis MTTF dan MTTR, analisa total biaya perawatan dan keandalan untuk menentukan interval, dan RCM II *decision worksheet*.

4.4.1 Analisis Diagram Pareto

Diagram pareto menggambarkan persentase sebab kejadian yang diurutkan menurut persentase tertinggi. Dari diagram pareto yang ada pada Gambar 4.11, diperoleh 80% kumulatif persentase penyebab *downtime* yang ada pada mesin gerinda disebabkan oleh lima jenis komponen. Lima komponen tersebut adalah *dresser hydraulic*, *hydraulic cylinder*, *joint for tray*, *main shaft*, dan *eccentric*. Kelima jenis komponen ini dikatakan komponen kritis karena termasuk dari 80% faktor yang menyebabkan terjadinya *downtime* pada mesin gerinda.

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

Komponen kritis yang telah di pilih memberikan dampak pada proses produksi dan kualitas dari produk. Mesin *grinding* dapat menghasilkan 642 produk per jam, dan akan kehilangan kesempatan produksi sebanyak 11 produk permenit jika mesin mengalami *breakdown*. FMEA menunjukkan risiko dari setiap kerusakan komponen kritis yang terjadi. Perhitungan RPN dilakukan untuk mengetahui besarnya dampak yang ditimbulkan dari kegagalan sehingga dibutuhkannya penanganan yang tepat untuk mengurangi penyebab terjadinya kegagalan. Komponen *main shaft broken* memiliki nilai RPN tertinggi yaitu sebesar 135 dengan penyebab kelalaian operator dalam melakukan *setting slide* yang berdampak pada posisi *main shaft* yang tidak seimbang saat mesin dioperasikan. Untuk dapat meminimalisir terjadinya kerusakan pada komponen *main*

shaft, sebaiknya perusahaan menempelkan *visual control* sebagai pengingat untuk operator agar tidak lalai untuk menyeimbangkan kedua *slide* pada *main shaft*.

Nilai RPN komponen *eccentric mechanism playing* sebesar 128. Kerusakan ini disebabkan karena *nut* pada *eccentric mechanism* kendur. Kerusakan ini akan mengakibatkan gerakan batu gerinda atau *grinding wheel* tidak stabil sehingga waktu proses pemakanan permukaan kikir menjadi tidak rata. Kerusakan ini akan menyebabkan *reject* produk untuk satu kali *batch* pemakanan atau 24 kikir setiap kali proses pemakanan. Kerusakan *eccentric mechanism jammed* memiliki nilai RPN sebesar 120. Kerusakan ini menyebabkan batu gerinda tidak dapat bergerak ke kiri dan ke kanan. Diperlukannya pengecekan rutin untuk mengetahui kerusakan *eccentric mechanism playing* dan *eccentric mechanism jammed* karena memiliki nilai *detection* yang tinggi sebesar delapan. Ini berarti kerusakan ini dapat diketahui ketika sudah menghasilkan produk yang cacat.

Join for tray loosening memiliki nilai RPN sebesar 112. Kegagalan ini disebabkan karena *join* akan terlepas dari dudukannya atau disebabkan karena *join* yang berkarat. Kegagalan ini dapat mengakibatkan sambungan *traverse through* terlepas dari *shaft* yang tersambung pada *cylinder*. Kegagalan ini memiliki nilai *detection* yang cukup tinggi yaitu sebesar tujuh. Untuk itu diperlukannya pengecekan rutin untuk dapat mengetahui terjadinya kegagalan.

Dresser hydraulic memiliki nilai RPN sebesar 90. Kerusakan pada *dresser hydraulic* terjadi karena *bellows* yang berkarat terkena kotoran baik dari serbuk batu gerinda yang diratakan maupun kotoran dari proses meratakan permukaan kikir. Untuk mencegah *bellows* berkarat, dipasang penutup untuk melindungi *bellows* dari kotoran yang berasal dari proses. Untuk kerusakan komponen lainnya, sebaiknya dilakukan pengecekan berkala maupun penggantian sesuai interval yang diperoleh.

Joint for tray playing memiliki nilai RPN sebesar 75. Kerusakan ini terjadi karena pin yang goyang. Dampak dari kerusakan ini adalah gerakan pada *traverse through* tidak stabil. *Hydraulic cylinder jammed* memiliki nilai RPN sebesar 75. Kerusakan ini terjadi karena *relief valve* terganjal atau terdapat kotoran pada *relief valve*. Kerusakan berdampak pada *cylinder hydraulic* tidak dapat memberikan tekanan untuk menggerakkan *traverse through*, *traverse through* merupakan wadah tempat meletakkan kikir yang akan diproses. Kerusakan ini mengakibatkan proses tidak dapat berjalan.

4.4.3 Analisis Mean Time to Failure (MTTF) dan Mean Time to Repair (MTTR)

MTTF merupakan rata-rata interval waktu anatar kerusakan. Komponen *dresser hydraulic* dengan jenis kerusakan *jammed* memiliki nilai MTTF terlama diantara komponen lainnya, dengan nilai sebesar 2314,84 jam berarti rata-rata interval waktu antar kerusakan jenis *jammed* pada *dresser hydraulic* berdasarkan distribusi kerusakan memiliki interval selama 2314,84 jam. Untuk komponen yang memiliki interval MTTF terkecil adalah *eccentric* dengan jenis kerusakan *playing* dengan nilai sebesar 794,31 jam. Dalam setahun, komponen dengan nilai MTTF terkecil memiliki frekuensi perawatan yang tinggi, sedangkan komponen dengan nilai MTTF terbesar memiliki frekuensi perawatan yang kecil.

Nilai MTTF dapat memberikan informasi kinerja dari suatu peralatan atau komponen (Soesetyo dan Liem, 2014:150). Semakin besar nilai MTTF menunjukkan kinerja atau kemampuan komponen yang lebih baik dari pada komponen yang memiliki MTTF lebih singkat untuk jenis komponen yang memiliki *life time* yang sama. MTTR merupakan rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki atau mengganti komponen.

4.4.4 Analisis Keandalan dan Total Biaya Perawatan untuk Menentukan Interval Perawatan

Untuk penentuan interval perawatan yang digunakan, dilihat berdasarkan total biaya dan keandalan yang dihasilkan. Untuk itu, interval yang telah dirancang akan dibandingkan dengan nilai interval MTTF. Contoh perhitungan total biaya perawatan pada komponen *hydraulic cylinder* jenis kerusakan *jammed* dengan menggunakan interval MTTF sebagai berikut:

$$TC = \frac{C_m}{MTTF} + \frac{C_f}{\theta^\beta} MTTF^{\beta-1}$$

$$TC = \frac{6.307.907,50}{1654,33} + \frac{12.588.987,70}{1654,33^{1,00976}} 1654,33^{1,00976-1}$$

$$= \text{Rp } 11.438,42/\text{jam}$$

Contoh perhitungan keandalan pada komponen *hydraulic cylinder* jenis kerusakan *jammed* dengan menggunakan interval MTTF sebagai berikut:

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

$$R(t) = e^{-\left(\frac{1654,33}{1654,33}\right)^{1,00976}}$$

$$= 36,94\%$$

Tabel 4.26 menunjukkan total biaya perawatan dan keandalan untuk masing-masing komponen kritis mesin *gerinda* dengan interval TM dan interval MTTF.

Tabel 4.26 Perbandingan Total Biaya Perawatan dan Keandalan

No	Komponen	Jenis kerusakan	TM (jam)	MTTF (jam)	TCTM	TC(MTTF)	R TM	R(MTTF)
1	<i>Hydraulic Cylinder</i>	<i>Jammed</i>	1677,38	1647,4	Rp 11371,31	Rp 11438,42	36,27	36,94
2	<i>Dresser Hydraulic</i>	<i>Jammed</i>	2199,96	2314,84	Rp 13216,88	Rp 12980,95	38,19	36,37
3	<i>Joint For Tray</i>	<i>Loosening</i>	1238,77	1497,5	Rp 4764,14	Rp 4694,17	49,88	40,89
		<i>Playing</i>	755,33	1932,62	Rp 10470,85	Rp 6717,51	59,61	33,27
4	<i>Eccentric</i>	<i>Jammed</i>	2591,78	2213,98	Rp 7424,80	Rp 7717,60	32,06	38,54
		<i>Playing</i>	872,83	794,31	Rp 8307,02	Rp 8115,19	38,18	44,20
5	<i>Mainshaft</i>	<i>Broken</i>	2626,60	1418,28	Rp 17585,49	Rp 17120,88	11,47	42,39

Dari Tabel 4.26 diatas, diperoleh informasi bahwa semakin besar nilai interval perawatan maka keandalan dari komponen akan menurun. Seperti contoh pada komponen *hydraulic cylinder* dengan kerusakan *jammed*, dengan nilai interval TM sebesar 1677,38 jam memiliki keandalan lebih kecil dibandingkan dengan nilai interval MTTF sebesar 1647,4 jam. Interval lebih kecil memiliki keandalan yang lebih bagus.

Kegiatan perawatan yang terlalu sering dilakukan berdampak pada pencapaian dari kapasitas produksi mesin. Kegiatan perawatan pada mesin gerinda dilakukan pada mesin dalam keadaan mati. Semakin sering perawatan dilakukan maka waktu kerja mesin akan berkurang dan berdampak pada pemenuhan kapasitas produksi. Untuk itu perancangan interval perawatan dilakukan untuk mengurangi kegiatan perawatan yang tidak perlu, mengetahui prioritas dalam melakukan perawatan dan jenis kegiatan yang tepat.

Reliability menjadi indikator utama dalam pemilihan interval perawatan. *Reliability* merupakan probabilitas komponen atau mesin dapat berjalan sesuai fungsinya. Nilai keandalan atau keandalan yang semakin besar diartikan probabilitas atau kemungkinan besar mesin atau komponen itu untuk tidak rusak.

Dapat dilihat pada Tabel 4.26, komponen yang memiliki keandalan dengan interval perawatan TM lebih besar dari pada interval MTTF yaitu komponen *joint for tray loosening*, *joint for tray playing*, dan *dresser hydraulic jammed*. Komponen *joint for tray loosening* menggunakan interval perawatan TM selama 1238,77 jam dengan keandalan lebih besar dari keandalan interval perawatan MTTF sebesar 49,88% dan total biaya perawatan sebesar Rp 4764,14 per jam. Komponen *joint for tray playing* menggunakan interval perawatan TM selama 755,33 jam dengan keandalan lebih besar dari keandalan interval perawatan MTTF sebesar 59,61% dan total biaya perawatan sebesar Rp 10470,85 per jam. Untuk komponen *dresser hydraulic jammed* menggunakan interval perawatan

TM selama 2199,96 jam dengan keandalan lebih besar dari keandalan interval perawatan MTTF sebesar 38,19% dan total biaya perawatan sebesar Rp 13216,88 per jam. Untuk komponen *hydraulic cylinder jammed*, *Eccentric mechanism playing*, *Eccentric mechanism jammed*, *main shaft broken* menggunakan interval perawatan MTTF, karena nilai keandalan berdasarkan interval MTTF lebih besar dari interval perawatan TM. Tabel 4.27 menunjukkan interval perawatan dan keandalan mesin GR 8 yang direkomendasikan untuk perusahaan.

Tabel 4.27 Interval Perawatan dan Keandalan Mesin GR 8

No	Komponen	Interval Perawatan (jam)	Keandalan (%)
1	<i>Hydraulic cylinder jammed</i>	1647,4	36,94
2	<i>Dresser hydraulic jammed</i>	2199,96	38,19
3	<i>Joint for tray loosening</i>	1238,77	49,88
	<i>Joint for tray playing</i>	755,33	59,61
4	<i>Eccentric mechanism jammed</i>	2213,98	38,54
	<i>Eccentric mechanism playing</i>	794,31	44,20
5	<i>Main shaft broken</i>	1068,19	42,39

Dari keandalan komponen dalam interval waktu yang terpilih, dapat dihitung keandalan sistem mesin gerinda 8. Sistem mesin gerinda dimodelkan seri karena komponen-komponen yang ada dalam sistem bekerja seluruhnya agar sistem dapat berjalan melakukan fungsi utamanya. Berikut perhitungan keandalan sistem mesin gerinda 8:

$$R_{sistem} = R_1(t) \times R_2(t) \dots R_n(t)$$

Sumber : Priyanta (2000 : 41)

$$= 0,3694 \times 0,3819 \times 0,4988 \times 0,5961 \times 0,4420 \times 0,3854 \times 0,4239$$

$$= 0,003029$$

$$R_{sistem} = 0,003029 \times 100\% = 0,3029$$

4.4.5 Perancangan dan Analisis *Reliability Centered Maintenance (RCM) II Decision Worksheet*

Setelah diketahui interval perawatan, langkah selanjutnya adalah penyusunan RCM *II decision worksheet* yang ditunjukkan pada Tabel 4.28. *Consequence evaluation* adalah

konsekuensi dari kegagalan. Untuk kelima komponen kritis memiliki konsekuensi *hidden failure* dan *operational consequences*. *Hidden failure* karena operator tidak dapat dibuktikan secara langsung kegagalan, dan *operational consequences* adalah konsekuensi operasional yang berakibat pada berhentinya produksi atau operasional (mengurangi atau mempengaruhi kualitas produk dan biaya operasional perbaikan komponen).

Penentuan *proposed task* atau kegiatan perawatan dengan menggunakan RCM II *decision diagram*. Terdapat tiga jenis perawatan yang ada pada *proposed task* yaitu *scheduled discard task*, *scheduled restoration task*, dan *scheduled on condition*. *Scheduled discard task* yaitu kegiatan perawatan dengan mengganti komponen sesuai dengan interval yang sudah ditetapkan tanpa memperhatikan kondisi komponen saat itu. *Scheduled restoration task* adalah kegiatan pemulihan kondisi komponen, dan *scheduled on condition* adalah kegiatan pengecekan komponen terhadap potensi kegagalan dan tindakan diambil setelah melihat kondisi dari komponen.

Kegiatan perawatan yang dilakukan untuk *hydraulic cylinder* jenis kerusakan *jammed* adalah *scheduled discard task* karena berdasarkan hasil diskusi dengan pihak *maintenance* perusahaan, dibutuhkan waktu lebih lama untuk membersihkan *relief valve* dari pada melakukan penggantian. Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak *maintenance*, untuk melakukan penggantian *hydraulic cylinder* dibutuhkan waktu ± 40 menit, sedangkan MTTR memerlukan waktu ± 158 jam. Dengan penggantian komponen, maka waktu *downtime* mesin lebih kecil daripada melakukan perbaikan, maka kerugian akibat *downtime* dapat dikurangi. Ketika sudah mencapai interval waktu yang dirancang, *cylinder hydraulic* tanpa memhatikan kondisi komponen saat itu, akan dilakukan penggantian dengan *cylinder* yang sudah dalam kondisi baik.

Untuk komponen *joint for tray* jenis kerusakan *loosening* akan dilakukan kegiatan perawatan *scheduled discard task* dengan mengganti *joint*. Hal ini dilakukan karena kerusakan yang terjadi dikarenakan *joint* yang berkarat. Komponen *joint for tray* jenis kerusakan *playing* dilakukan kegiatan *scheduled restoration task* karena pin pada komponen ini masih memungkinkan dilakukan perbaikan. Komponen *Eccentric mechanism* jenis kerusakan *jammed* dilakukan kegiatan *scheduled discard task*, kerusakan terjadi karena *gear* aus atau *gear* patah. Kerusakan seperti ini tidak dapat diperbaiki dan harus dilakukan penggantian *gear*. *Eccentric mechanism* jenis kerusakan *playing* dilakukan kegiatan *scheduled restoration task* karena kerusakan yang diakibatkan mur pengunci kendur akibat tidak dapat menahan *vibrasi* yang terjadi. Kerusakan ini dapat dilakukan perbaikan dengan menyetel kembali kerapatan mur.

Komponen *main shaft* jenis kerusakan *broken* dilakukan kegiatan *scheduled discard task*, karena *main shaft broken* tidak dapat diperbaiki. Komponen *main shaft* dapat dilakukan kegiatan *scheduled on condition* jika operator lebih teliti dalam penyetingan *slide*, dan melakukan pengecekan rutin saat penggantian *grinding wheel*. Pengecekan rutin tidak dapat dilakukan setiap saat karena untuk melakukan pengecekan komponen *main shaft*, mekanik harus melakukan pembongkaran *grinding wheel* dan kegiatan ini membutuhkan waktu yang lama.

Komponen *dresser hydraulic* jenis kerusakan *jammed* dilakukan kegiatan *scheduled discard task* karena *bellows* yang berkarat dan kotor tidak dapat digunakan lagi. Apabila *bellows* diberikan *cover* maka kegiatan perawatan dapat dilakukan secara *scheduled restoration task*, karena *bellows* yang tertutupi *cover* akan minim mengalami karat.

Setelah diperoleh nilai interval perawatan dan jenis kegiatan, langkah selanjutnya yaitu menyusun RCM II *decision worksheet* yang disajikan pada tabel 4.28. Sebagai contoh cara pembacaan RCM II *decision worksheet* pada *equipment hydraulic cylinder*. *Functional* (F), *functional failure* (FF), dan *failure mode* (FM) pengisian berdasarkan pada Tabel 4.12. *Consequence evaluation* merupakan konsekuensi dari kegagalan komponen. H untuk konsekuensi kegagalan berupa *hidden failure*, S untuk konsekuensi terhadap keselamatan, O untuk konsekuensi operasional yang berdampak pada produksi atau operasional. pada *equipment hydraulic cylinder* memiliki konsekuensi H dan O. *Proactive Task* terdiri dari H1/S1/O1/N1 untuk mencatat apakah *on condition task* dapat digunakan untuk meminimalkan terjadinya *failure mode*, H2/S2/O2/N2 untuk mencatat apakah *scheduled restoration task* dapat digunakan untuk mencegah *failure* dan H3/S3/O3/N3 untuk mencatat apakah *scheduled discard task* dapat digunakan untuk mencegah *failure*. Pengisian *proactive task* berdasarkan keadaan kondisi dan karakteristik mesin gerinda yang disesuaikan dengan RCM II *decision diagram*. *Proposed Task* yaitu kolom yang digunakan untuk mencatat tindakan yang dilakukan sebelum terjadinya kegagalan, untuk *equipment hydraulic cylinder* tindakan yang dilakukan adalah dengan mengganti *hydraulic cylinder*. *Initial interval* untuk mencatat interval perawatan. *Can be done by* digunakan untuk mencatat siapakah yang berwenang dalam melakukan kegiatan tersebut.

Tabel 4.28 RCM II Decision Worksheet

RCM II Decision Worksheet					Sistem: Mesin Gerinda											Date	Sheet No:
					Sub Sistem: Mesin Gerinda 8												Of:
					Fungsi Sub Sistem: Penghilangan kerak dan dekarburasi pada permukaan kikir dengan cara pengurangan permukaan												
Information Reference					Consequence Evaluation				H1	H2	H3	Deafult Action			Proposed Task	Initial Interval (hour)	Can be done by
									S1	S2	S3						
No.	Equipment	F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3	H4	H5	H6			
									N1	N2	N3						
1.	Hydraulic cylinder	1	A	1	Y	N	N	Y	N	N	Y	-	-	-	Scheduled Discard Task Penggantian cylinder	1647,4	Mekanik
2.	Dresser hydraulic	1	A	1	Y	N	N	Y	N	N	Y	-	-	-	Scheduled Discard Task Penggantian bellows	2199,96	Mekanik
3.	Joint for tray	1	A	1	Y	N	N	N	N	N	Y	-	-	-	Scheduled Discard Task Penggantian join	1238,77	Mekanik
		1	B	2	Y	N	N	Y	N	Y	-	-	-	-	Scheduled Restoration Task Pengecekan pin	755,33	Mekanik
4.	Eccentric mechanismmechanism	1	A	1	Y	N	N	Y	N	N	Y	-	-	-	Scheduled Discard Task Penggantian gear	2213,98	Mekanik
		1	B	2	Y	N	N	Y	N	Y	-	-	-	-	Scheduled Restoration Task Pengecekan mur pengunci	794,31	Mekanik
5.	Mainshaft	1	A	1	Y	N	N	Y	N	N	Y	-	-	-	Scheduled Discard Task Penggantian main shaft	1068,19	Mekanik