

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Pengumpulan Data.

Sampel penelitian ini adalah Mesin Pembersih Katoda yang terdapat pada bagian unit pemurnian tembaga di PT Anonimous. Mesin ini memiliki frekuensi kerusakan yang cukup tinggi sehingga mengganggu kelancaran proses produksi pemurnian tembaga.

Adapun data-data yang dikumpulkan dan diperlukan untuk pemecahan masalah tersebut adalah :

1. Data waktu kerusakan Mesin Pembersih Katoda.

Table 4.1. Data waktu kerusakan Mesin Pembersih Katoda.

Parts/Device	13-Jan	13-Feb	13-Mar	13-Apr	Mei-13	13-Jun	13-Jul	13-Ags	13-Sep	Okt-13	Nop-13	Des-13	Total
Hydraulic unit	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:46:00	0:00:00	0:46:00
Charging Trolley	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	1:30:00	0:00:00	1:41:00	0:00:00	0:00:00	2:33:00	0:00:00	0:00:00	5:44:00
Receiving Conveyor	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00
Washing Conveyor	0:00:00	0:00:00	0:00:00	1:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	1:00:00
TD1/2/3	0:10:00	0:12:00	0:00:00	0:37:00	1:19:00	0:30:00	0:36:00	0:00:00	0:00:00	2:11:00	0:00:00	0:00:00	5:35:00
Chiseling device	2:06:00	1:17:00	2:10:00	2:22:00	0:45:00	0:40:00	2:25:00	1:36:00	1:45:00	2:45:00	1:06:00	0:12:00	19:09:00
Flexing Device	0:15:00	0:33:00	0:35:00	0:15:00	0:00:00	0:00:00	2:27:00	0:52:00	0:12:00	0:42:00	0:17:00	1:14:00	7:22:00
Traverse Conveyor	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	2:29:00	0:00:00	0:16:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	2:45:00
Stacking device	0:00:00	0:00:00	0:28:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:31:00	0:00:00	2:17:00	3:16:00
Down ender	0:00:00	0:00:00	0:45:00	0:00:00	0:15:00	0:00:00	0:58:00	0:00:00	1:00:00	0:00:00	1:19:00	0:22:00	4:39:00
Descender	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:40:00	0:15:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:55:00
Feed Out Conveyor	0:00:00	1:30:00	2:03:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:45:00	0:00:00	4:18:00

Reject Conveyor	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:50:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:50:00
Stack Conveyor	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00
Strapping unit	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00

Sumber data maintenance PT. Anonimous tahun 2013

2. Data waktu kerusakan Chisseling device

Table 4.2. Data waktu kerusakan Chisseling device

Parts/Device	13-Jan	13-Feb	13-Mar	13-Apr	Mei-13	13-Jun	13-Jul	Agust-13	13-Sep	Okt-13	Nop-13	Des-13	Total
Hydraulic Cylinder	1:35:00	1:17:00	1:25:00	1:40:00	0:20:00	0:15:00	1:35:00	0:50:00	1:00:00	0:50:00	0:46:00	0:00:00	11:33:00
Guide rod	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:25:00	0:00:00	0:20:00	0:00:00	0:00:00	0:45:00	0:00:00	0:00:00	1:30:00
Bushing	0:20:00	0:00:00	0:00:00	0:42:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:30:00	0:00:00	0:00:00	1:32:00
Clamping Spring	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:46:00	0:00:00	0:15:00	0:00:00	0:00:00	1:01:00
Floating Connector	0:11:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:25:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:20:00	0:00:00	0:56:00
Blade	0:00:00	0:00:00	0:45:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:40:00	0:00:00	0:45:00	0:25:00	0:00:00	0:12:00	1:47:00
Total	2:06:00	1:17:00	2:10:00	2:22:00	0:45:00	0:40:00	2:25:00	1:36:00	1:45:00	2:45:00	1:06:00	0:12:00	19:09:00

Sumber data maintenance PT. Anonimous tahun 2013

3. Data Frekuensi kerusakan komponen Chisseling device

Table 4.3. Data Frekuensi kerusakan komponen Chisseling device

Nama Komponen	Frekuensi Kejadian
Hydraulic Cylinder	16
Guide rod	3
Bushing	3
Clamping Spring	2
Floating Connector	3
Blade	5
Total	32

Sumber data maintenance PT. Anonimous tahun 2013

4. Data waktu downtime perbaikan kerusakan komponen Hydraulik cylinder.

Table 4.4. Data waktu downtime perbaikan kerusakan komponen Hydraulik cylinder.

NO	BULAN	Down Time perbaikan kerusakan	
		Jam	Frekuensi
1	Januari '13	1.35	2
2	Februari '13	1.17	1
3	Maret '13	1.25	2
4	April '13	1.4	2
5	Mei '13	0.2	1
6	Juni '13	0.15	1

7	Juli '13	1.35	2
8	Agustus '13	0.5	1
9	September '13	1	1
10	Oktober '13	0.5	1
11	November '13	0.46	1

Sumber data maintenance PT. Anonimous tahun 2013

5. Data waktu downtime penggantian pencegahan komponen Hidraulik cylinder.

Untuk mendapatkan data waktu downtime penggantian pencegahan (T_p) didapatkan dengan menanyakan langsung pada bagian maintenance karena selama ini tidak ada catatan mengenai data waktu penggantian pencegahan. Berapa lama waktu yang kiranya dibutuhkan bila dilakukan pekerjaan penggantian komponen kritis, mulai dari kegiatan pembongkaran dan pemasangan kembali komponen tersebut.

Dalam hal ini digunakan asumsi, antara lain :

- Komponen pengganti telah siap pada saat akan dilakukan kegiatan penggantian.
- Teknisi yang melakukan penggantian telah berpengalaman, sehingga tidak mengalami kesulitan dalam membongkar dan memasang kembali komponen tersebut.

Berdasarkan informasi yang diperoleh dari bagian maintenance, lama waktu yang dibutuhkan untuk melakukan kegiatan penggantian pencegahan adalah 30 menit atau 0.5 jam, sehingga bila dalam satuan hari maka :

$$\frac{0.5 \text{ jam}}{24 \text{ jam/hari}} = 0.021 \text{ hari}$$

Jadi waktu yang dibutuhkan untuk melakukan penggantian pencegahan (T_p) = 0.021 hari.

6. Data waktu antar kerusakan komponen Hidraulik cylinder .

Table 4.5. Data waktu antar kerusakan komponen Hidraulik cylinder

NO	Bulan	Rentan Waktu antar kerusakan komponen (hari)
1	5 Januari '13	0
2	24 Januari '13	19
3	12 Februari '13	21
4	10 Maret '13	26
5	28 Maret '13	18
6	8 April '13	11
7	22 April '13	14
8	12 Mei '13	20
9	7 Juni '13	26
10	11 Juli '13	34
11	25 Juli '13	14
12	17 Agustus '13	23
13	11 September '13	25
14	8 Oktober '13	27
15	24 November '13	47

Sumber data maintenance PT. Anonimous tahun 2013

4.2. Pengolahan Data.

4.2.1. Penentuan Komponen Kritis.

Untuk menentukan komponen kritis yang menjadi obyek penelitian ini, dilakukan dengan cara mencari frekuensi banyaknya kerusakan dari total

kerusakan yang terjadi dalam satu rentan pengamatan (Lampiran C). Berdasarkan data frekuensi kerusakan unit Chisseling device diatas maka terlihat bahwa kerusakan terbesar terletak pada Hydraulis Silinder, sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa Hydraulis Silinder merupakan komponen kritis unit mesin ini, karena frekuensi kerusakan yang sering terjadi.

4.2.2. Pengujian Kecocokan Distribusi Dengan Metode Chi Kuadrat untuk Distribusi Normal.

Dari data waktu antar kerusakan komponen Hydraulis Silinder (Lampiran F), maka selanjutnya data tersebut diuji apakah data berdistribusi normal. Pengujian kecocokan distribusi dilakukan dengan menggunakan metode Chi Kuadrat (X^2). (Sudjana, 1996 : 291-293). (Langkah-langkah pengujiannya untuk lebih jelas dapat dilihat pada lampiran G). Hasil pengujian adalah sebagai berikut :

- Data yang diuji : Data waktu antar kerusakan komponen Hydraulis Silinder pada unit Chiseling Device
- Distribusi uji : Distribusi Normal
- Hipotesa uji : - Ho : data berdistribusi normal
- Hi : data tidak berdistribusi normal
- Syarat penerimaan Ho : X^2 hitung $<$ X^2 tabel
- Tingkat kepercayaan : 95% ($\alpha = 0.05$)
- Derajat kebebasan : dk = 2
- Diketahui X^2 tabel : $X^2_{0.05}(2) = 5.99$
- Diketahui X^2 hitung : 4.13 (Lampiran G)
- Kesimpulan : Karena X^2 hitung $<$ X^2 tabel maka Ho diterima, berarti data antar waktu kerusakan komponen kritis distribusi normal.

4.2.3. Menentukan Nilai Fungsi Kepadatan Probabilitas.

Fungsi padat probabilitas menyatakan probabilitas terjadinya kerusakan dalam suatu interval waktu tertentu. Selanjutnya dilakukan perhitungan fungsi kepadatan probabilitas terjadinya kerusakan berdasarkan distribusi normal, dengan rumus sebagai berikut :

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{(2\pi)}} \exp\left(\frac{-(t-\mu)}{2\sigma^2}\right) \text{ untuk } -\infty < x < \infty$$

Keterangan :

$f(t)$: Nilai fungsi padat probabilitas

σ : Standart deviasi

μ : Rata-rata sampel

π : 3.14

t : Interval waktu

Diketahui besar $\mu = 27.36$ dan $\sigma = 37.04$ (Lampiran G), maka untuk $t = 1$ hari

$$f(t) = \frac{1}{37.04\sqrt{(2.3,14)}} \exp\left(\frac{-(1-27.36)}{2.37.04^2}\right)$$

$$f(t) = 0.007934$$

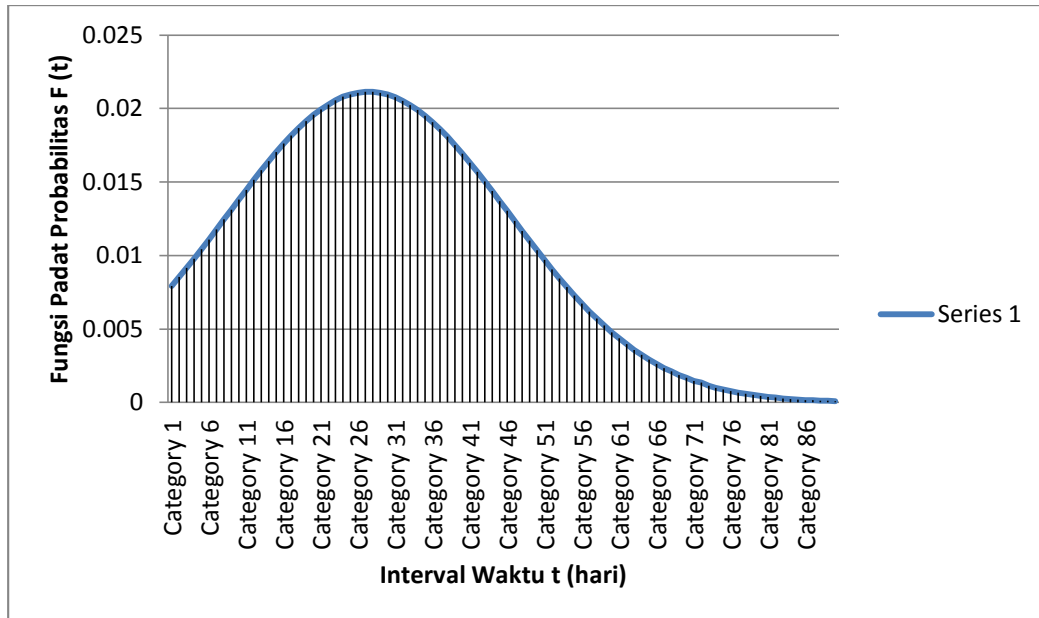
Dengan menggunakan rumus seperti diatas maka rangkuman perhitungan untuk interval hari berikutnya dilihat di tabel 4.2 berikut :

Table 4.6 Nilai Fungsi Kepadatan Probabilitas

Interval hari (t)	Nilai kepadatan probabilitas	Interval hari (t)	Nilai kepadatan probabilitas	Interval hari (t)	Nilai kepadatan probabilitas
1	0.007934	31	0.020761	61	0.004350
2	0.008532	32	0.020526	62	0.003954
3	0.009150	33	0.020236	63	0.003583

4	0.009786	34	0.019894	64	0.003238
5	0.010436	35	0.019503	65	0.002918
6	0.011098	36	0.019067	66	0.002623
7	0.011769	37	0.018588	67	0.002351
8	0.012446	38	0.018070	68	0.002101
9	0.013125	39	0.017517	69	0.001872
10	0.013802	40	0.016934	70	0.001664
11	0.014473	41	0.016324	71	0.001474
12	0.015135	42	0.015693	72	0.001364
13	0.015782	43	0.015043	73	0.001148
14	0.016411	44	0.014380	74	0.001009
15	0.017018	45	0.013708	75	0.000884
16	0.017597	46	0.013030	76	0.000773
17	0.018145	47	0.012351	77	0.000673
18	0.018657	48	0.011675	78	0.000585
19	0.019131	49	0.011005	79	0.000507
20	0.019561	50	0.010344	80	0.000438
21	0.019945	51	0.009696	81	0.000377
22	0.020279	52	0.009063	82	0.000324
23	0.020562	53	0.008447	83	0.000278
24	0.020790	54	0.007852	84	0.000237
25	0.020961	55	0.007277	85	0.000202
26	0.021075	56	0.006726	86	0.000172
27	0.021130	57	0.006199	87	0.000146
28	0.021126	58	0.005698	88	0.000123
29	0.021063	59	0.005222	89	0.000104
30	0.020941	60	0.004773	90	0.000087

Dari table diatas data digambarkan dalam bentuk grafik sebagai berikut :



Gambar 4.1 Grafik Fungsi Padat Probabilitas

Berdasarkan perhitungan fungsi kepadatan probabilitas, dan penggambaran pada grafik diperoleh nilai tertinggi (titik balik maksimum untuk grafik dengan kurva membuka kebawah) fungsi tersebut jatuh pada interval 22 hari yaitu sebesar 0.020279. Nilai fungsi kepadatan probabilitas tersebut jatuh pada interval 22 hari adalah sesuai dengan rata-rata waktu antar kerusakan komponen kritis (lampiran G), yaitu 27.36 hari = 27 hari. Sedangkan pada interval 23 hari grafik cenderung menurun karena kerusakan pada komponen kritis sudah diketahui oleh bagian maintenance sehingga jika mengalami kerusakan pada komponen kritis segera dilakukan penggantian.

4.2.4. Menentukan Nilai Fungsi Distribusi Kumulatif.

Fungsi distribusi kumulatif menyatakan probabilitas dari suatu kerusakan muncul sebelum waktuwaktu yang pasti, katakanlah t . Probabilitas ini dapat diperoleh dari fungsi kepadatan probabilitas yang terkait atau berhubungan berdasarkan distribusi normal, dengan rumus sebagai berikut :

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) \text{ untuk } -\infty < x < \infty$$

Keterangan :

$f(t)$: Nilai fungsi distribusi kumulatif

σ : Standart deviasi

μ : Rata-rata sampel

π : 3.14

t : Interval waktu

Diketahui besar $\mu = 27.36$ dan $\sigma = 37.04$ (Lampiran A), maka untuk $t = 1$ hari

$$f(t) = \frac{1}{37.04\sqrt{(2.3,14)}} \exp\left(-\frac{(1-27.36)^2}{2 \cdot 37.04^2}\right)$$

$$f(t) = 0.007934$$

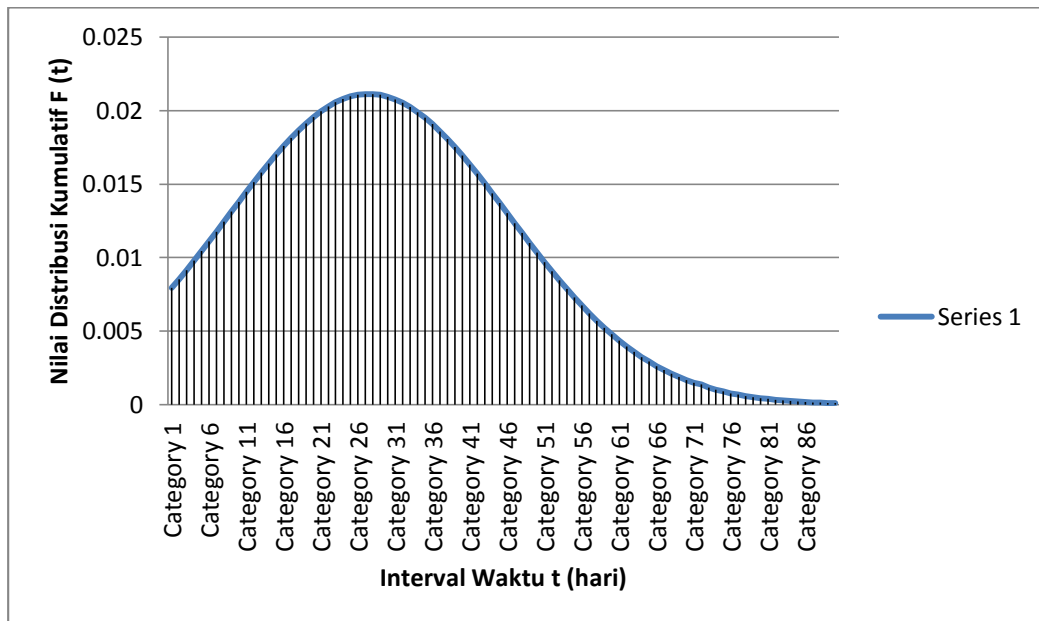
Dengan menggunakan rumus seperti diatas maka rangkuman perhitungan untuk interval hari berikutnya dilihat di tabel 4.3 berikut :

Table 4.7 Nilai Fungsi Distribusi Kumulatif

Interval hari (t)	Nilai kepadatan probabilitas	Interval hari (t)	Nilai kepadatan probabilitas	Interval hari (t)	Nilai kepadatan probabilitas
1	0.007934	31	0.020761	61	0.004350
2	0.008532	32	0.020526	62	0.003954
3	0.009150	33	0.020236	63	0.003583
4	0.009786	34	0.019894	64	0.003238
5	0.010436	35	0.019503	65	0.002918
6	0.011098	36	0.019067	66	0.002623
7	0.011769	37	0.018588	67	0.002351

8	0.012446	38	0.018070	68	0.002101
9	0.013125	39	0.017517	69	0.001872
10	0.013802	40	0.016934	70	0.001664
11	0.014473	41	0.016324	71	0.001474
12	0.015135	42	0.015693	72	0.001364
13	0.015782	43	0.015043	73	0.001148
14	0.016411	44	0.014380	74	0.001009
15	0.017018	45	0.013708	75	0.000884
16	0.017597	46	0.013030	76	0.000773
17	0.018145	47	0.012351	77	0.000673
18	0.018657	48	0.011675	78	0.000585
19	0.019131	49	0.011005	79	0.000507
20	0.019561	50	0.010344	80	0.000438
21	0.019945	51	0.009696	81	0.000377
22	0.020279	52	0.009063	82	0.000324
23	0.020562	53	0.008447	83	0.000278
24	0.020790	54	0.007852	84	0.000237
25	0.020961	55	0.007277	85	0.000202
26	0.021075	56	0.006726	86	0.000172
27	0.021130	57	0.006199	87	0.000146
28	0.021126	58	0.005698	88	0.000123
29	0.021063	59	0.005222	89	0.000104
30	0.020941	60	0.004773	90	0.000087

Dari table diatas data digambarkan dalam bentuk grafik sebagai berikut :



Gambar 4.1 Grafik Fungsi Padat Probabilitas

4.2.5. Menentukan Nilai Fungsi Keandalan.

Tingkat keandalan komponen berdasarkan distribusi normal dapat dihitung dengan rumus :

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

Keterangan :

$R(t_p)$: Nilai fungsi keandalan

σ : Standart deviasi

μ : Rata-rata sampel

t_p : Interval waktu

Berdasarkan data diketahui $\mu = 27.36$ dan $\sigma = 37.04$ (Lampiran G), Nilai $\phi(z)$ dapat dilihat pada table distribusi normal standart kumulatif sehingga bila $t = 1$,

maka : $R(1) = 1 - \phi\left(\frac{1-27.36}{37.04}\right)$

$$R(1) = 1 - \phi(-1.40), \text{ berdasarkan table nilai } \phi(-1.40) \text{ adalah } 0.08076$$

$$= 1 - 0.08076$$

$$R(1) = 0.091924$$

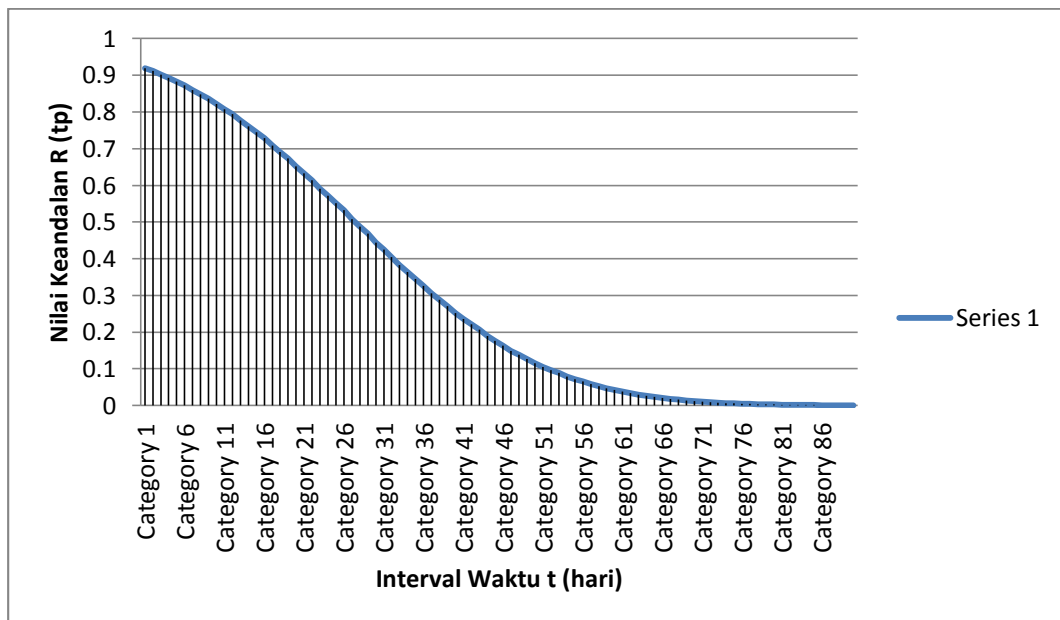
Dengan menggunakan rumus seperti diatas maka perhitungan untuk interval hari berikutnya dapat dilihat pada table 4.4 berikut :

Tabel 4.8 Nilai Fungsi Keandalan

Interval hari (t)	Nilai Keandalan	Interval hari (t)	Nilai Keandalan	Interval hari (t)	Nilai Keandalan
1	0.91924	31	0.42466	61	0.03754
2	0.91149	32	0.40517	62	0.03363
3	0.90147	33	0.38209	63	0.03005
4	0.89251	34	0.36317	64	0.02619
5	0.88297	35	0.34458	65	0.02330
6	0.87285	36	0.32636	66	0.02068
7	0.85993	37	0.30503	67	0.01786
8	0.84849	38	0.28774	68	0.01578
9	0.83646	39	0.27093	69	0.01390
10	0.82121	40	0.25143	70	0.01222
11	0.80785	41	0.23576	71	0.01044
12	0.79389	42	0.22065	72	0.00914
13	0.77637	43	0.20611	73	0.00798
14	0.76115	44	0.18943	74	0.00676
15	0.74537	45	0.17619	75	0.00587
16	0.72907	46	0.16354	76	0.00508
17	0.70884	47	0.14917	77	0.00427
18	0.69146	48	0.13786	78	0.00368

19	0.67364		49	0.12715		79	0.00317
20	0.65173		50	0.11507		80	0.00272
21	0.63307		51	0.10565		81	0.00226
22	0.61409		52	0.0968		82	0.00193
23	0.59095		53	0.08851		83	0.00164
24	0.57142		54	0.07927		84	0.00135
25	0.55172		55	0.07215		85	0.00114
26	0.53188		56	0.06552		86	0.00097
27	0.50798		57	0.05821		87	0.00079
28	0.48803		58	0.05262		88	0.00066
29	0.46812		59	0.04746		89	0.00056
30	0.44433		60	0.04182		90	0.00047

Dari table diatas dapat digambarkan dalam bentuk grafik sebagai berikut :



Gambar 4.3 Grafik Fungsi Keandalan

Setelah dilakukan perhitungan nilai keandalan komponen kritis diketahui bahwa keandalan komponen menurun sejalan pertambahan waktu, artinya semakin panjang interval waktu penggantian komponen kritis, maka keandalan komponen kritis tersebut akan semakin menurun.

4.2.6. Menentukan Laju Kerusakan Komponen.

Laju kerusakan suatu alat pada saat t adalah probabilitas bahwa peralatan akan rusak pada interval waktu berikutnya yang telah ditentukan. Laju kerusakan komponen berdasarkan distribusi normal dirumuskan sebagai berikut :

$$r(t) = \frac{F(t)}{R(t_p)}$$

Keterangan : $r(t)$: Nilai laju kerusakan komponen

$F(t)$: Nilai fungsi distribusi normal

$R(t_p)$: Nilai fungsi keandalan

Pada $t_p = 1$ Nilai $F(1) = 0.007934$ dan $R(1) = 0.91924$ sehingga nilai $r(t)$:

$$r(t) = \frac{0.007934}{0.91924}$$

$$r(t) = 0.008631$$

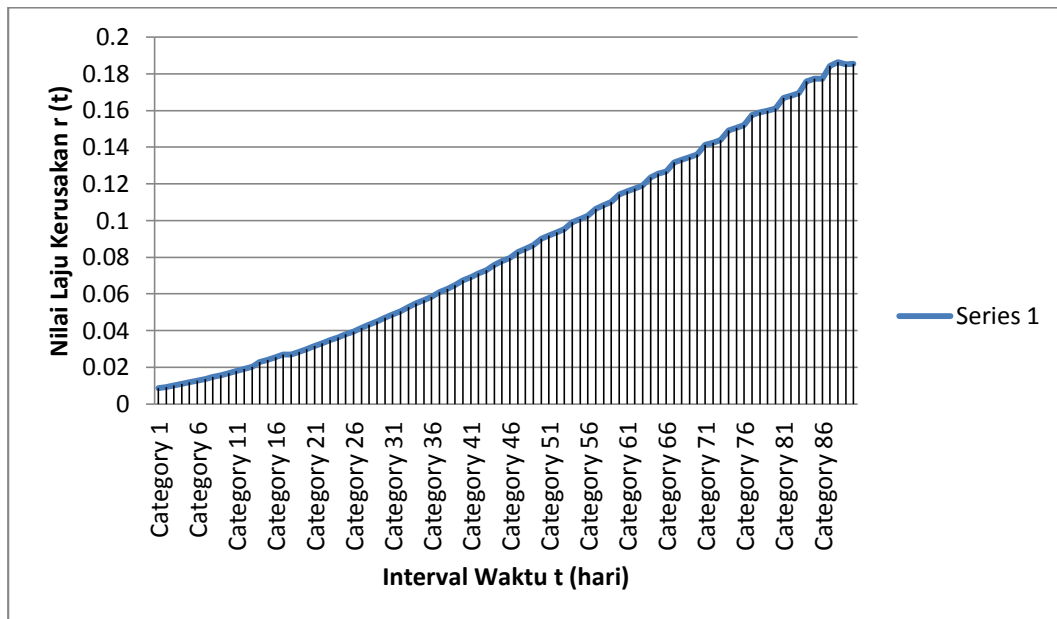
maka perhitungan untuk interval hari berikutnya dapat dilihat pada table 4.5 berikut :

Tabel 4.9. Nilai Laju Kerusakan

Interval hari (t)	Nilai Laju Kerusakan	Interval hari (t)	Nilai Laju Kerusakan	Interval hari (t)	Nilai Laju Kerusakan
1	0.008631	31	0.048889	61	0.115879
2	0.009361	32	0.050659	62	0.117561
3	0.010151	33	0.052961	63	0.119283
4	0.010964	34	0.054779	64	0.123645

5	0.011819	35	0.0566	65	0.125645
6	0.012715	36	0.058422	66	0.126828
7	0.013686	37	0.060937	67	0.131608
8	0.014669	38	0.0628	68	0.133118
9	0.015691	39	0.064657	69	0.134676
10	0.016807	40	0.067351	70	0.136137
11	0.017916	41	0.069242	71	0.141212
12	0.019064	42	0.07112	72	0.142538
13	0.020328	43	0.072986	73	0.143868
14	0.022831	44	0.075921	74	0.149241
15	0.024136	45	0.0778	75	0.150608
16	0.025598	46	0.079674	76	0.152047
17	0.026982	47	0.082799	77	0.157654
18	0.026982	48	0.084687	78	0.158958
19	0.028399	49	0.08655	79	0.1599
20	0.030014	50	0.08995	80	0.161027
21	0.031501	51	0.091774	81	0.166994
22	0.033024	52	0.093628	82	0.168025
23	0.034795	53	0.095438	83	0.16943
24	0.036383	54	0.099048	84	0.175868
25	0.037993	55	0.100864	85	0.177453
26	0.039624	56	0.102659	86	0.17720
27	0.041597	57	0.106502	87	0.184349
28	0.043289	58	0.108285	88	0.186439
29	0.044994	59	0.110036	89	0.185134
30	0.047129	60	0.114132	90	0.185333

Dan dari table tersebut dapat digambarkan dalam grafik sebagai berikut :



Gambar 4.4. Grafik Fungsi Laju Kerusakan

Pada Grafik diatas terlihat jelas bahwa laju kerusakan komponen meningkat seiring dengan bertambahnya waktu, hal ini dapat berarti bahwa bila tidak dilakukan kegiatan penggantian komponen maka laju kerusakan komponen tersebut akan meningkat.

4.2.7. Menentukan Interval Waktu Penggantian Pencegahan.

Untuk penentuan waktu penggantian pencegahan komponen kritis, yang dimaksud disini adalah menentukan waktu yang terbaik pada saat kapan penggantian seharusnya dilakukan sehingga dapat meminimasi downtime per satuan waktu. Maka digunakan metode *Age Replacement* dengan minus sebagai berikut :

$$D(t_p) = \frac{t_p \cdot R(t_p) + T_f \cdot (1 - R(t_p))}{(t_p + T_p) \cdot R(t_p) + \int_{-\infty}^{t_p} t \cdot f(t) dt + T_f \cdot (1 - R(t_p))}$$

Keterangan :

$D(t_p)$	=	Nilai total downtime per satuan waktu
$R(t_p)$	=	Nilai fungsi keandalan
T_p	=	Downtime yang terjadi karena penggantian pencegahan
T_f	=	Downtime yang terjadi karena penggantian kerusakan
σ	=	Standart deviasi
μ	=	Rata-rata sample
π	=	3.14
t_p	=	Interval waktu penggantian pencegahan

Sebelum menghitung $D(t_p)$ pada $t_p = 1$, perlu dihitung terlebih dahulu nilai $\int_{-\infty}^1 t \cdot f(t) dt$ pada saat $t_p = 1$ hari, $\mu = 27.36$ dan $\sigma = 37.04$ (lampiran G)

$$\begin{aligned} \int_{-\infty}^1 t \cdot f(t) &= \frac{-\sigma}{\sqrt{2\pi}} \exp + \left[\frac{-(t_p - \mu)^2}{2\sigma^2} \right] + \mu \phi \left[\frac{t_p - \mu}{\sigma} \right] \\ &= \frac{-37.04}{\sqrt{2(3.14)}} \exp + \left[\frac{-(1-27.36)^2}{37.04^2} \right] + 22.36 \phi \left[\frac{1-27.36}{37.04} \right] \\ &= -7.53 \exp [-0.979] + 27.43 \phi (-1.40) \end{aligned}$$

$$\int_{-\infty}^1 t \cdot f(t) = -0.6127$$

Nilai $\phi(z)$ dapat dilihat pada lampiran J. Dengan demikian $D(t_p)$ dapat ditentukan, untuk mencari $D(t_p)$ pada $t_p = 1$, jika diketahui : $t_p = 0.021$ hari (Lampiran E), $T_f = 0.043$ hari (Lampiran D) dan $R(1) = 0.91924$.

$$\begin{aligned} D(1) &= \frac{0.021(0.91924) + 0.043(1 - 0.91924)}{(1 + 0.021)0.91924 + (-0.6127) + 0.043(1 - 0.91924)} \\ &= \frac{0.0620}{0.3685} \end{aligned}$$

$$D(1) = 0.16832$$

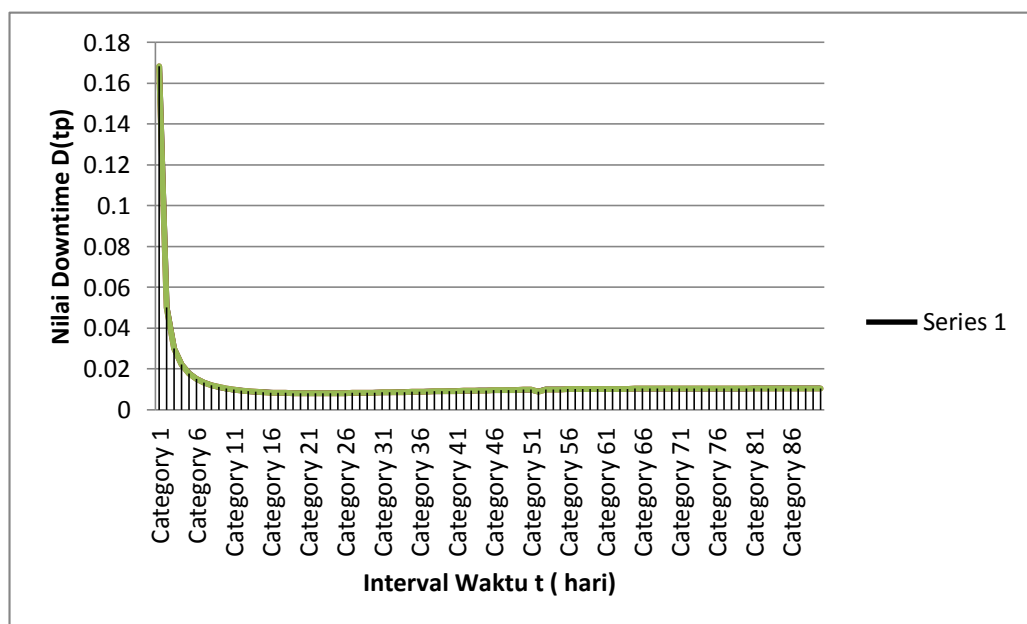
Maka perhitungan untuk interval hari berikutnya dapat dilihat table 4.6. berikut :

Tabel 4.10. Nilai Minimasi Downtime $D(t_p)$

Interval hari (t_p)	Nilai Total Downtime	Interval hari (t_p)	Nilai Total Downtime	Interval hari (t_p)	Nilai Total Downtime
1	0.16832	31	0.00850	61	0.01024
2	0.05022	32	0.00855	62	0.01026
3	0.03004	33	0.00866	63	0.01027
4	0.02216	34	0.00872	64	0.01030
5	0.01786	35	0.00878	65	0.01032
6	0.01519	36	0.00884	66	0.01033
7	0.01336	37	0.00895	67	0.01035
8	0.01208	38	0.00902	68	0.01036
9	0.01113	39	0.00908	69	0.01037
10	0.01042	40	0.00919	70	0.01038
11	0.00987	41	0.00925	71	0.01040
12	0.00943	42	0.00930	72	0.01040
13	0.00911	43	0.00936	73	0.01041
14	0.00883	44	0.00946	74	0.01042
15	0.00862	45	0.00952	75	0.01042
16	0.00844	46	0.00957	76	0.01043
17	0.00835	47	0.00966	77	0.01043
18	0.00824	48	0.00970	78	0.01044
19	0.00817	49	0.00975	79	0.01044

20	0.00815	50	0.00983	80	0.01044
21	0.00812	51	0.00987	81	0.01045
22	0.00810	52	0.00892	82	0.01045
23	0.00814	53	0.00995	83	0.01045
24	0.00814	54	0.01001	84	0.01045
25	0.00816	55	0.01004	85	0.01045
26	0.00818	56	0.01007	86	0.01045
27	0.00827	57	0.01012	87	0.01046
28	0.00830	58	0.01015	88	0.01046
29	0.00835	59	0.01017	89	0.01046
30	0.00845	60	0.01022	90	0.01046

Grafik dari nilai $D(t_p)$ dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 4.5 Grafik Nilai Minimasi Downtime $D(t_p)$

Dari grafik yang terbentuk, terlihat bahwa grafik membentuk kurva terbuka ke atas dengan titik balik minimum pada interval 22 hari dengan nilai downtime sebesar 0.00810. Hasil ini 5 hari lebih pendek dibandingkan dengan interval rata-rata waktu kerusakan yaitu 27 hari.

4.3. Analisa Data.

4.3.1. Analisa Data Dengan Uji Chi Kuadrat χ^2 untuk Distribusi Normal.

Dari hasil pengujian terhadap data waktu antar kerusakan komponen kritis Chisseling device (Hydraulis Silinder) dengan metode Chi kuadrat (χ^2) untuk distribusi normal, diketahui dengan tingkat kepercayaan 95% tidak cukup kuat untuk menolak hipotesa yang menyatakan bahwa data mengikuti distribusi normal.

Untuk melakukan kegiatan penggantian membutuhkan dua syarat kondisi, yang salah satunya adalah laju kerusakan peralatan atau komponen harus meningkat, hanya dimiliki oleh dua type distribusi yaitu distribusi normal dan distribusi weibull.

Dengan diketahuinya bahwa data berdistribusi normal maka perhitungan penentuan interval waktu penggantian komponen dengan criteria minimasi downtime dapat dilakukan.

4.3.2. Analisa Data Dengan menggunakan Model Penentuan Penggantian Pencegahan Yang Optimal Dengan Kriteria Minimasi Downtime.

Berdasarkan perhitungan penentuan interval waktu penggantian komponen yang optimal dengan criteria minimasi downtime menggunakan model *Age Replacement* menghasilkan bahwa interval penggantian untuk penggantian komponen adalah 27 hari sekali, nilai ini didapat dengan menganalisa titik-titik

minimal dan grafik yang berbentuk kurva membuka keatas.(untuk lebih jelas mengenai angka-angka pada grafik dapat dilihat pada table 4.6).

- **Hubungan nilai *downtime* $D (t_p)$ dengan nilai fungsi kepadatan probabilitas $f(t)$.**

Berdasarkan hasil perhitungan nilai fungsi kepadatan probabilitas kita dapat mengetahui probabilitas atau kemungkinan kerusakan yang muncul dalam interval waktu tertentu, dan ternyata nilai tertinggi (titik balik maksimum untuk grafik dengan kurva membuka kebawah) fungsi tersebut pada interval 27 hari. Nilai fungsi tersebut yang jatuh pada interval 27 hari adalah sesuai dengan rata-rata waktu antar kerusakan komponen kritis (lampiran G), yaitu 27.43 hari

Bila nilai $f(t) = 27$ hari yang mewakili probabilitas kerusakan tertinggi bila dibandingkan dengan nilai *downtime* $D (t_p) = 22$ hari maka selisihnya adalah 5 hari. Meskipun selisih waktu antara rata-rata komponen untuk rusak dengan waktu untuk penggantian komponen sangat dekat, dalam masalah perawatan hal itu sangatlah penting, karena mungkin saja dalam selisih rentang waktu itu kerusakan dapat dihindari.

Dari perhitungan interval penggantian pencegahan yang optimal diperoleh interval penggantian 22 hari dengan nilai fungsi padat probabilitas sebesar 0.020279 (table 4.7). Bila kegiatan penggantian pencegahan dilakukan pada interval 22 hari maka nilai fungsi padat probabilitas akan turun sebesar 0.000851, jika dibandingkan dengan nilai fungsi padat probabilitas waktu antar kerusakan yang jatuh pada interval hari ke 27 yaitu sebesar 0.021130.

- **Hubungan nilai *downtime* $D (t_p)$ dengan nilai fungsi distribusi kumulatif $F(t)$.**

Untuk distribusi normal, nilai fungsi distributive kumulatif besarnya sama dengan nilai fungsi kepadatan probabilitas, karena rumus yang digunakan adalah sama. Dengan demikian nilai distribusi kumulatif $F(t)$ bila dibandingkan dengan

nilai downtime $D(t_p)$, kesimpulannya adalah sama dengan nilai fungsi kepadatan probabilitas.

- **Hubungan nilai *downtime* $D(t_p)$ dengan nilai fungsi keandalan $R(t_p)$.**

Karakteristik nilai keandalan untuk semua distribusi adalah sama, yaitu semakin meningkatnya interval waktu maka keandalannya semakin menurun. Dengan mempertimbangkan waktu antar kerusakan komponen yang telah didapat pada perhitungan fungsi kepadatan probabilitas yaitu 22 hari, maka kita dapat melihat tingkat keandalan pada saat itu.

Pada interval penggantian 27 hari, diperoleh tingkat keandalan mesin hanya 0.50798 atau 50.798% (table 4.7). dengan tingkat keandalan komponen yang rendah tersebut dapat mengganggu jalannya proses produksi karena komponen akan cepat rusak. Dari model perhitungan penentuan waktu penggantian pencegahan yang optimal diperoleh nilai 22 hari. Dengan nilai 22 hari maka tingkat keandalan komponen akan mencapai 0.61409 atau sebesar 61.409%. dengan demikian akan terjadi peningkatan tingkat keandalan 10.611%.

- **Hubungan nilai *downtime* $D(t_p)$ dengan laju kerusakan $r(t)$.**

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, bahwa untuk distribusi normal karakteristik untuk laju kerusakannya meningkat. Setelah dilakukan perhitungan laju kerusakan dan penggambaran pada grafik, ternyata karakteristik laju kerusakannya sesuai, yaitu meningkat seiring bertambahnya waktu.

Berdasarkan data waktu rata-rata kerusakan yaitu 27 hari, diperoleh tingkat laju kerusakan komponen sebesar 0.041597 (table 4.7). sedangkan berdasarkan perhitungan penentuan waktu penggantian pencegahan yang optimal memberikan nilai 22 hari dengan laju kerusakan komponen sebesar 0.033024. Dengan demikian ada penurunan laju kerusakan sebesar 0.008573.

Tabel 4.11. Nilai Keempat Fungsi Probabilitas dan Downtime

Interval Hari (t)	Nilai Kepadatan Probabilitas	Nilai Distribusi Kumulatif	Nilai Keandalan $R(t_p)$	Nilai Laju Kerusakan r (t)	Nilai Total Downtime $D(t_p)$
1	0.007934	0.007934	0.91924	0.008631	0.16832
2	0.008532	0.008532	0.91149	0.009361	0.05022
3	0.009150	0.009150	0.90147	0.010151	0.03004
4	0.009786	0.009786	0.89251	0.010964	0.02216
5	0.010436	0.010436	0.88297	0.011819	0.01786
6	0.011098	0.011098	0.87285	0.012715	0.01519
7	0.011769	0.011769	0.85993	0.013686	0.01336
8	0.012446	0.012446	0.84849	0.014669	0.01208
9	0.013125	0.013125	0.83646	0.015691	0.01113
10	0.013802	0.013802	0.82121	0.016807	0.01042
11	0.014473	0.014473	0.80785	0.017916	0.00987
12	0.015135	0.015135	0.79389	0.019064	0.00943
13	0.015782	0.015782	0.77637	0.020328	0.00911
14	0.016411	0.016411	0.76115	0.022831	0.00883
15	0.017018	0.017018	0.74537	0.024136	0.00862
16	0.017597	0.017597	0.72907	0.025598	0.00844
17	0.018145	0.018145	0.70884	0.026982	0.00835
18	0.018657	0.018657	0.69146	0.026982	0.00824
19	0.019131	0.019131	0.67364	0.028399	0.00817
20	0.019561	0.019561	0.65173	0.030014	0.00815
21	0.019945	0.019945	0.63307	0.031501	0.00812
22	0.020279	0.020279	0.61409	0.033024	0.00810
23	0.020562	0.020562	0.59095	0.034795	0.00814
24	0.020790	0.020790	0.57142	0.036383	0.00814

25	0.020961	0.020961	0.55172	0.037993	0.00816
26	0.021075	0.021075	0.53188	0.039624	0.00818
27	0.021130	0.021130	0.50798	0.041597	0.00827
28	0.021126	0.021126	0.48803	0.043289	0.00830
29	0.021063	0.021063	0.46812	0.044994	0.00835
30	0.020941	0.020941	0.44433	0.047129	0.00845

4.4. Estimasi waktu dan biaya.

4.4.1. Biaya konsekuensi kegagalan proses yang diakibatkan Downtime penggantian komponen karena kerusakan.

Down time yang diakibatkan oleh kerusakan komponen kritis akan mengganggu jalannya proses produksi sehingga menimbulkan kerugian yang dialami oleh perusahaan, adapun perhitungan kerugian tersebut dapat dihitung melalui rumus sebagai berikut :

Keterangan :

Rs : Kerugian yang dialami perusahaan (kg)

W : Konstanta ()

I : Arus yang mengalir ()

T : Down Time (jam)

J : jumlah cel ()

Kita estimasikan lama downtime adalah 60 menit = 1 jam, sehingga didapatkan biaya kerugian sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Rs} &= \\ &= 1,185 \times 38,3 \times 1 \times 38 \end{aligned}$$

$$\text{Rs} = 1724,649 \text{ kg}$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui apabila terjadi downtime yang diakibatkan kerusakan komponen perusahaan akan mengalami kerugian sebanyak 1724,649 kg. apabila kita asumsikan harga tembaga murni di pasaran sebesar Rp.80.000,- maka :

$$\begin{aligned} \text{Rs} &= 1724,649 \times 80.000 \\ &= \text{Rp } 137.970.920 / \text{jam} \\ &= \text{Rp } 2.299.532 / \text{menit.} \end{aligned}$$

Dari contoh perhitungan di atas apabila disesuaikan dengan data kerusakan yang terjadi pada chiseling device adalah sebagai berikut :

Table 4.12. Biaya kerugian downtime diakibatkan oleh kerusakan komponen.

NO	NAMA KOMPONEN	DOWN TIME (Jam)	DOWN TIME (menit)	KERUGIAN (per menit)	KERUGIAN
1	Hydraulik Silinder	11:33	693	Rp.2.299.532	Rp.1.293.575.676
2	Guide Rod	1:30	90	Rp.2.299.532	Rp.206.957.880
3	Bushing	1:32	92	Rp.2.299.532	Rp.211.556.944
4	Clamping Spring	1:01	61	Rp.2.299.532	Rp.140.271.452
5	Floating Connector	0:56	56	Rp.2.299.532	Rp.128.773.792
6	Blade	1:47	107	Rp.2.299.532	Rp.246.049.924
				TOTAL	Rp.2.527.185.668

4.4.2. Penjadwalan kegiatan penggantian komponen kritis.

Untuk menentukan interval waktu perawatan yang optimal pada kebijakan perawatan diperlukan data-data biaya dan biaya perbaikan. Biaya perawatan

penggantian komponen terdiri dari biaya *overtime* untuk tenaga kerja dan biaya komponen (harga komponen/unit). Biaya konsekuensi kegagalan proses yang diakibatkan downtime penggantian komponen karena kerusakan karena kerusakan tidak termasuk dalam biaya perawatan penggantian karena diasumsikan bahwa kegiatan perawatan dilakukan secara terjadwal sehingga tidak mengganggu proses yang berlangsung.

Pada hasil pengolahan data kepadatan probalitas (table 4.6) terlihat bahwa nilai tertinggi adalah pada hari ke 27 dengan nilai kepadatan probalitas 0.021130 dengan nilai keandalan sebesar 0.50798 , namun pada perhitungan rata-rata hari kerusakan juga pada hari ke 27 dan bila melihat dasar standart tingkat kehandalan yang ditentukan perusahaan adalah maksimal 60%, hal ini dikarenakan nilai keandalan mendekati 50% maka resiko kerusakan akan semakin tinggi, oleh karena itu bila melihat table nilai keandalan (table 4.11) pada hari ke 22 tingkat keandalan komponen adalah 0,61409 atau sekitar 61 % dengan nilai kepadatan probalitas sebesar 0.020279 sedangkan pada hari ke 23 tingkat kendalan komponen adalah 0,59095 atau sekitar 59% sehingga dari beberapa pertimbangan diatas dapat kami simpulkan bahwa waktu penggantian yang optimal adalah pada hari ke 22.

Selain data-data diatas diperlukan juga jadwal produksi agar dapat diketahui kapan waktu dapat dilakukan kegiatan penggantian komoponen agar tidak mengganggu jalannya proses produksi, adapun jadwal produksi yang ada di bagian refinery adalah sebagai berikut :

Table 4.13. Jadwal proses produksi.

No	Jenis Proses Produksi	Waktu (jam)	Waktu
1	Cycle 1	11	07.00 – 18.00
2	Cycle 2	9	18.15 – 03.15
	Free time	3,75	03.15 – 07.00

Nb:

- Waktu diatas adalah jadwal produksi normal .
- Diantara perpindahan cycle terdapat 15 menit waktu delay untuk persiapan..
- Apabila terjadi kegagalan proses karena kerusakan komponen atau hal-hal lain yang dapat mengganggu produksi maka waktu proses produksi menjadi lebih panjang atau lebih lama, sehingga waktu free time menjadi berkurang.

Setelah melihat jadwal produksi diatas maka dapat disimpulkan bahwa waktu penggantian komponen paling tepat adalah pada masa freetime yaitu antara pukul 03.15 – 07.00. Dari pengolahan data pada bab sebelumnya didapatkan waktu penggantian komponen secara normal yaitu selama 0,5 jam atau selama 30 menit, sehingga dapat disimpulkan bahwa waktu penggantian paling tepat yaitu dimulai pada pukul 06.00. karena setelah proses penggantian dibutuhkan pengecheckkan hasil penggantian dan juga sebelum proses produksi dibutuhkan waktu paling lambat 15 menit untuk proses persiapan sebelum proses produksi dilaksanakan. Bila dijadwalkan secara table adalah sebagai berikut :

Tabel 4.14. Penjadwalan kegiatan penggantian komponen kritis.

No	Jenis Pekerjaan	Waktu pekerjaan				
		06.00	06.15	06.30	06.45	07.00
1	Penggantian komponen	✓	✓			
2	Pengecheckkan			✓		
3	Persiapan produksi				✓	
4	Proses produksi					✓

Dari pembuatan table diatas didapat diambil kesimpulan bahwa jadwal penggantian komponen kritis (cylinder hidraulik) adalah pada pukul 06.00

sampai dengan 06.30. Dengan demikian waktu penggantian yang optimal adalah pada hari ke 22 pukul 06.00 sampai dengan 06.30.

4.4.3. Perhitungan biaya perawatan penggantian dan perbaikan penggantian komponen.

Untuk menentukan interval waktu perawatan yang optimal pada kebijakan perawatan diperlukan data-data biaya dan biaya perbaikan. Biaya perawatan penggantian komponen terdiri dari biaya *overtime* untuk tenaga kerja dan biaya komponen (harga komponen/unit). Biaya konsekuensi kegagalan proses yang diakibatkan downtime penggantian komponen karena kerusakan karena kerusakan tidak termasuk dalam biaya perawatan penggantian karena diasumsikan bahwa kegiatan perawatan dilakukan secara terjadwal sehingga tidak mengganggu proses yang berlangsung.

Sedangkan biaya penggantian komponen dikarenakan kerusakan komponen terdiri dari harga komponen *Hydraulik Cilinder* dan biaya konsekuensi kegagalan proses yang diakibatkan downtime penggantian komponen karena kerusakan. Biaya tenaga kerja tidak termasuk dalam perhitungan ini karena dilakukan pada saat jam kerja normal.

Selain itu, dalam perhitungan biaya perawatan dan perbaikan digunakan beberapa asumsi, antara lain :

- a) Besarnya gaji semua tenaga kerja yang terdapat dalam perhitungan merupakan besarnya gaji menurut UMK daerah setempat.
- b) 1 bualan sama dengan 25 hari kerja.
- c) 1 hari kerja sama dengan 8 jam kerja.
- d) US\$ 1 sama dengan Rp. 10.000,00 (1 unit cylinder hidraulik = US\$ 1250). Sehingga 1 unit cylinder hidraulik adalah Rp.12.500.000,00.
- e) Dalam 1 hari terdapat 2 cycle produksi yaitu cycle 1 dan cycle 2, kedua cycle tersebut dapat diselesaikan dalam waktu 20 jam setiap harinya, sehingga tersisa 4 jam setiap harinya untuk melakukan perawatan komponen.

- f) Jumlah cel di setiap cyclenya adalah 38 cel.
- g) Tenaga kerja yang bekerja diluar jam kerja normal mendapatkan upah overtime (lembur) sebesar 1,5 kali gaji/jam kerja untuk setiap jamnya.
- h) Biaya konsekuensi kegagalan proses adalah besarnya keuntungan bersih yang seharusnya diperoleh apabila tidak terjadi kegagalan proses (Rp/jam).

1. Penentuan biaya perawatan penggantian komponen.

Dalam menentukan biaya perawatan, diasumsikan bahwa tenaga kerja yaitu 1 orang operator maintenance dan 1 orang sub-kontraktor harus lembur untuk melakukan perawatan terhadap komponen cylinder hidraulik . pada kondisi ideal/normal, cycle 1 dan 2 dapat dilakukan jam waktu 20 jam, sehingga tersisa waktu 4 jam yaitu jam 3 sampai jam 7 pagi untuk melakukan kegiatan perawatan sebelum proses produksi dimulai kembali. Karena waktu yang tersedia untuk melakukan kegiatan perawatan berada diluar jam kerja normal, maka operator dan sub-kontraktor yang melaksanakan kegiatan perawatan diasumsikan lembur dengan upah lembur sebesar 1,5 kali gaji/jam untuk setiap jamnya.

Tabel 4.12 Biaya Tenaga kerja Overtime

Biaya Tenaga Kerja					
Tenaga kerja	Gaji/bulan /orang	Jam kerja/bulan	Gaji/jam kerja	Upah lembur/jam	Total Biaya /jam
Operator (1 orang)	Rp 3.000.000	200	Rp. 15.000	Rp. 22.500	Rp 63.000
Sub-kontraktor (3 orang)	Rp.2.709.500	200	Rp.13.500	Rp. 40.500	

Setelah diketahui biaya overtime setiap jamnya, maka selanjutnya ditentukan waktu yang dibutuhkan oleh operator untuk melakukan kegiatan perawatan terhadap komponen cylinder hidraulik.

Agar dapat mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk melakukan kegiatan penggantian komponen cylinder hidraulik bila direncanakan terlebih dahulu

kami melakukan wawancara langsung kepada pihak maintenance dan didapatkan data rata waktu penggantian komponen cylinder hidraulik adalah 30 menit atau 0,5 jam. Berdasarkan data-data tersebut, dapat dilakukan perhitungan biaya perawatan penggantian dengan rumus sebagai berikut :

$$Cm = Cf + Cv$$

Keterangan :

- Cm = Biaya Perawatan penggantian
- Cf = Biaya komponen (harga komponen/unit)
- Cv = Biaya tenaga kerja

Maka :

$$\begin{aligned} Cm &= Cf + Cv \\ &= \text{Rp. } 12.500.000 + (0,5 \times \text{Rp } 63.000) \\ &= \text{Rp. } 12.500.000 + \text{Rp. } 31.500 \\ &= \text{Rp. } 12.531.500,- \end{aligned}$$

2. Penentuan biaya perbaikan penggantian komponen karena kerusakan.

Biaya perbaikan ini terdiri dari harga komponen *Hydraulik Cilinder* dan biaya konsekuensi kegagalan proses yang diakibatkan downtime penggantian komponen karena kerusakan. Biaya tenaga kerja tidak termasuk dalam perhitungan ini karena dilakukan pada saat jam kerja normal, maka perhitungannya dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut :

$$Cr = Cf + Cs$$

Keterangan :

- Cr = Biaya penggantian komponen karena kerusakan
- Cf = Biaya komponen (harga komponen/unit)
- Cs = Biaya konsekuensi x rata-rata waktu perbaikan karena kerusakan komponen 0,85 jam = 51 menit (Lampiran D)

Maka :

$$\begin{aligned}
Cr &= Cf + Cs \\
&= \text{Rp. } 12.500.000 + (\text{Rp } 2.299.532 \times 51) \\
&= \text{Rp. } 12.500.000 + \text{Rp. } 117.276.132 \\
&= \text{Rp. } 129.776.132,-
\end{aligned}$$

Apabila dilakukan perawatan penggantian sebelum terjadinya kerusakan yang dapat mengganggu proses produksi maka perusahaan dapat menghemat biaya sebesar :

$$\begin{aligned}
&= \text{Rp. } 129.776.132, - \text{Rp. } 12.531.500 \\
&= \text{Rp. } 117.245. 632,00
\end{aligned}$$