

Bab 4

Pengumpulan dan Pengolahan data

4.1. Pengumpulan Data

4.1.1. Data Umum Perusahaan

PT. Ikafood Putramas yang beralamat di Jalan Panyawungan Nomor 6, Cileunyi Wetan, Bandung, Jawa Barat merupakan perusahaan yang tergabung dalam Brataco Group. PT. Ikafood Putramas memiliki merk jual produk dengan nama KOKITA, sebuah perusahaan yang memproduksi berbagai jenis bumbu dapur siap saji dengan resep tradisional Indonesia. Didirikan pada tahun 1987 oleh pasangan suami-istri yang bernama Ms. dan Mrs. Winata. Keduanya memiliki impian untuk memudahkan setiap orang dalam memasak berbagai masakan Indonesia dengan rasa yang konsisten, hal ini lah yang menjadi dasar pemberian merk KOKITA yang merupakan kepanjangan dari Koki Kita yang artinya kita bisa memasak seperti koki.

Awal mula produksinya masih sangat sederhana, belum memiliki banyak varian bumbu dapur, dan proses produksinya masih belum menggunakan mesin. Perusahaan berkembang pesat dan membangun reputasi sebagai salah satu produsen bumbu dapur yang terkenal. Pada tahun 2001 diresmikan oleh Moehammad Hatta sebagai perusahaan bumbu dapur di Bandung, Jawa Barat. Hingga kini, PT. Ikafood Putramas telah memproduksi lebih dari 20 jenis bumbu masakan, seperti bumbu nasi goreng, bumbu nasi kuning, bumbu balado, kecap manis, saus cabai, saus tomat, sambal terasi dan masih banyak lagi. Selain itu salah satu produk terkenal yang diproduksi KOKITA adalah bumbu inti. Bumbu inti merupakan bumbu dapur yang biasa digunakan sebagai bumbu dasar untuk masakan-masakan khas Indonesia, terdapat lebih dari 24 jenis masakan yang dapat dibuat menggunakan bumbu inti. Setiap resep produk KOKITA telah melalui berbagai uji coba di dapur KOKITA.

PT. Ikafood Putramas berkomitmen untuk menyediakan bahan-bahan khusus dan saus esensial yang diperlukan untuk menikmati cita rasa yang autentik khas masakan Indonesia, diformulasikan sesuai resep asli Indonesia dengan menggunakan bahan alami, dan memberikan cara mudah dan praktis untuk membuat masakan khas Indonesia. KOKITA telah disertai dengan sertifikat halal, memiliki standar penjaminan mutu ISO 9001:2015, dan telah memiliki jaminan keamanan pangan dengan system HACCP.

4.1.2. Deskripsi Mesin dan Komponen *Filling Multiline*

Mesin *filling multiline* merupakan mesin yang digunakan untuk mengisi produk kedalam kemasan sachet. Mesin ini memiliki kapasitas produksi 4 kali lebih besar dari mesin *filling single line*. Mesin ini sudah dioperasikan secara otomatis, jadi kecepatan dan kuantitas pengemasan dapat diatur dengan teknologi terkomputerisasi yang memiliki akurasi tinggi. Gambar mesin *filling multiline* dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1. Mesin *filling multiline*

Pada mesin *filling multiline* terdapat beberapa komponen yang telah melakukan pergantian di tahun 2017. Komponen tersebut terdiri dari:

1. *Seal Piston*

Komponen ini berfungsi untuk mencegah kebocoran produk yang terjadi pada saat proses pengisian kemasan, selain itu juga untuk melindungi piston dari gesekan-gesekan terhadap dinding rumah piston sehingga piston tidak mudah rusak. Piston disini berfungsi sebagai pendorong produk yang akan dimasukkan kedalam kemasan *sachet*. Permasalahan yang akan terjadi jika *seal piston* mengalami kerusakan adalah menurunnya netto pada produk karena terjadinya kebocoran produk pada saat pengisian kemasan.

2. *Heater Horizontal*

Komponen ini berada pada area *sealing*, yaitu area yang bertugas untuk merekatkan kemasan *sachet*. *Heater horizontal* ini berfungsi sebagai media untuk memanaskan laster yang digunakan untuk merekatkan kemasan *sachet* bagian atas dan bawah. Permasalahan yang terjadi jika *heater horizontal* mengalami kerusakan adalah menurunnya suhu yang mengakibatkan proses merekatkan kemasan tidak dapat berjalan dengan baik, jika kemasan tidak direkatkan dengan baik maka kemasan *sachet* akan mudah bocor dan produk tersebut akan menjadi produk *reject*.

3. *Bearing Laster*

Bearing laster ini berfungsi sebagai bantalan penggerak laster agar tidak terjadi gesekan langsung dengan komponen lainnya. Fungsi lain dari bearing ini adalah untuk memudahkan pergerakan laster yang digerakan oleh *pneumatic* agar laster dapat merekatkan kemasan secara sempurna. Permasalahan yang terjadi jika komponen ini rusak adalah terhambatnya gerakan dari laster yang menyebabkan proses perekatan kemasan tidak berjalan lancar.

4. Pisau Laster

Pisau laster berfungsi sebagai pemberi pola potong pada bagian kemasan *sachet* agar kemasan dapat dipisahkan dengan mudah. Jika pisau laster ini aus maka kemasan *sachet* tidak akan terpotong sempurna. Masalah lain jika pisau laster rusak adalah pemotongan yang tidak lurus atau miring terhadap kemasan yang akan membuat kemasan tersebut *reject*.

5. Roll Alufo

Komponen ini berfungsi sebagai bantalan penggerak dari kemasan *sachet* agar kemasan tersebut mengalir. Pergerakan dari kemasan ini dilakukan secara otomatis, jika produk sudah terisi didalam kemasan dan kemasan tersebut sudah direkatkan maka roll alufo otomatis bergerak untuk mengalirkan kemasan yang selanjutnya akan diisi. Jika roll alufo ini aus ,maka aliran kemasan akan terhambat dan tidak presisi.

6. As Conveyor

As conveyor ini adalah sumbu penggerak dari *roll* alufo. Kerusakan yang terjadi pada as conveyor dapat menyebabkan gerakan pada kemasan dapat terhambat. Selain itu kerusakan pada as conveyor dapat menyebabkan posisi dari *roll* alufo bergeser dan dapat mengakibatkan aliran kemasan terhambat.

7. Piston

Fungsi piston pada mesin *filling* adalah untuk mengalirkan produk kedalam kemasan. Jika piston tidak bekerja dengan baik, maka produk tidak akan terisi secara sempurna pada kemasan. Piston yang digunakan pada mesin ini sudah dinyatakan *food grade*, jadi produk tetap aman ketika bersentuhan langsung dengan piston.

8. As *Pneumatic*

As *pneumatic* merupakan sumbu dari penggerak *pneumatic* yang berada pada laster. Komponen ini berguna sebagai penopang untuk menggerakkan laster agar pergerakannya terarah dan lurus.

9. Rumah Piston

Rumah piston merupakan wadah dari piston yang berguna sebagaiudukan tempat disimpannya piston. Rumah piston juga berguna sebagai jalur dari pergerakan piston untuk mengalirkan produk. Rumah piston juga telah tersertifikasi *food grade* jadi aman digunakan pada produk makanan.

4.1.3. Data Komponen Mesin *Filling Multiline*

Data lamanya waktu pergantian dan perawatan dari komponen mesin *filling multiline* yang mengalami kerusakan pada tahun 2017 dapat dilihat pada table 4.1.

Tabel 4.1. Data komponen mesin *filling multiline*

Nama Komponen	Harga Komponen	Waktu Pergantian Tf (Menit)	Waktu Pergantian Tf (Hari)	Waktu Perawatan Tp (Menit)	Waktu Perawatan Tp (Hari)
Seal Piston	Rp.15.000	45	0.0937	15	0,0313
Heater Horizontal	Rp.350.000	180	0.3750	10	0,0208
Bearing laster	Rp.25.000	90	0.1875	10	0,0208
Pisau laster	Rp.750.000	180	0.3750	15	0,0313
Roll alufo	Rp.500.000	180	0.3750	5	0,0104
As conveyor	Rp.800.000	210	0.4375	10	0,0208
Piston	Rp.750.000	60	0.1250	10	0,0208
As <i>pneumatic</i>	Rp.650.000	60	0.1250	10	0,0208
rumah piston	Rp.450.000	210	0.4375	10	0,0208

*Ket: 1 hari = 8 jam kerja

Selain itu, dibutuhkan data histori dari pergantian komponen yang digunakan sebagai acuan dalam melakukan penjadwalan pergantian komponen sebagai berikut:

1. *Seal* piston

Tabel 4.2 memperlihatkan data pergantian komponen *seal* piston selama bulan Januari sampai dengan Desember 2017.

Tabel 4.2. Data pergantian komponen *seal* piston

No	Tanggal	Nama Mesin	Kerusakan	Penyebab	Penanggulangan
1	03/01/2017	Multiline	Netto kurang	Seal aus	Ganti <i>seal</i> piston
2	09/01/2017	Multiline	Rembes	Seal aus	Ganti <i>seal</i> piston
3	18/01/2017	Multiline	Rembes	Seal aus	Ganti <i>seal</i> piston
4	24/01/2017	Multiline	Rembes	Seal aus	Ganti <i>seal</i> piston
5	31/01/2017	Multiline	Rembes	Seal aus	Ganti <i>seal</i> piston
6	06/02/2017	Multiline	Netto kurang	Seal aus	Ganti <i>seal</i> piston
7	16/02/2017	Multiline	Rembes	Seal aus	Ganti <i>seal</i> piston
8	27/02/2017	Multiline	Netto kurang	Seal aus	Ganti <i>seal</i> piston
9	10/03/2017	Multiline	Rembes	Seal aus	Ganti <i>seal</i> piston
10	16/03/2017	Multiline	Netto kurang	Seal aus	Ganti <i>seal</i> piston
11	23/03/2017	Multiline	Netto kurang	Seal aus	Ganti <i>seal</i> piston
12	03/04/2017	Multiline	Rembes	Seal aus	Ganti <i>seal</i> piston
13	11/04/2017	Multiline	Netto kurang	Seal aus	Ganti <i>seal</i> piston
14	19/04/2017	Multiline	Rembes	Seal aus	Ganti <i>seal</i> piston
15	25/04/2017	Multiline	Rembes	Seal aus	Ganti <i>seal</i> piston
16	03/05/2017	Multiline	Rembes	Seal aus	Ganti <i>seal</i> piston
17	10/05/2017	Multiline	Rembes	Seal aus	Ganti <i>seal</i> piston
18	16/05/2017	Multiline	Netto kurang	Seal aus	Ganti <i>seal</i> piston
19	22/05/2017	Multiline	Rembes	Seal aus	Ganti <i>seal</i> piston
20	29/05/2017	Multiline	Rembes	Seal aus	Ganti <i>seal</i> piston
21	06/06/2017	Multiline	Netto kurang	Seal aus	Ganti <i>seal</i> piston
22	12/06/2017	Multiline	Rembes	Seal aus	Ganti <i>seal</i> piston
23	16/06/2017	Multiline	Rembes	Seal aus	Ganti <i>seal</i> piston
24	22/06/2017	Multiline	Rembes	Seal aus	Ganti <i>seal</i> piston
25	03/07/2017	Multiline	Netto kurang	Seal aus	Ganti <i>seal</i> piston
26	10/07/2017	Multiline	Rembes	Seal aus	Ganti <i>seal</i> piston
27	19/07/2017	Multiline	Netto kurang	Seal aus	Ganti <i>seal</i> piston
28	25/07/2017	Multiline	Rembes	Seal aus	Ganti <i>seal</i> piston
29	03/08/2017	Multiline	Rembes	Seal aus	Ganti <i>seal</i> piston
30	09/08/2017	Multiline	Netto kurang	Seal aus	Ganti <i>seal</i> piston
31	15/08/2017	Multiline	Netto kurang	Seal aus	Ganti <i>seal</i> piston
32	21/08/2017	Multiline	Rembes	Seal aus	Ganti <i>seal</i> piston
33	25/08/2017	Multiline	Netto kurang	Seal aus	Ganti <i>seal</i> piston

Tabel 4.2. Data pergantian komponen seal piston (lanjutan)

No	Tanggal	Nama Mesin	Kerusakan	Penyebab	Penanggulangan
34	30/08/2017	Multiline	Rembes	Seal aus	Ganti seal piston
35	06/09/2017	Multiline	Netto kurang	Seal aus	Ganti seal piston
36	13/09/2017	Multiline	Netto kurang	Seal aus	Ganti seal piston
37	18/09/2017	Multiline	Netto kurang	Seal aus	Ganti seal piston
38	22/09/2017	Multiline	Rembes	Seal aus	Ganti seal piston
39	28/09/2017	Multiline	Rembes	Seal aus	Ganti seal piston
40	04/10/2017	Multiline	Netto kurang	Seal aus	Ganti seal piston
41	10/10/2017	Multiline	Rembes	Seal aus	Ganti seal piston
42	19/10/2017	Multiline	Netto kurang	Seal aus	Ganti seal piston
43	25/10/2017	Multiline	Rembes	Seal aus	Ganti seal piston
44	03/11/2017	Multiline	Rembes	Seal aus	Ganti seal piston
45	08/11/2017	Multiline	Netto kurang	Seal aus	Ganti seal piston
46	15/11/2017	Multiline	Rembes	Seal aus	Ganti seal piston
47	22/11/2017	Multiline	Rembes	Seal aus	Ganti seal piston
48	28/11/2017	Multiline	Netto kurang	Seal aus	Ganti seal piston
49	06/12/2017	Multiline	Netto kurang	Seal aus	Ganti seal piston
50	12/12/2017	Multiline	Rembes	Seal aus	Ganti seal piston
51	20/12/2017	Multiline	Netto kurang	Seal aus	Ganti seal piston
52	27/12/2017	Multiline	Rembes	Seal aus	Ganti seal piston

2. Heater Horizontal

Tabel 4.3 memperlihatkan data pergantian komponen *heater horizontal* selama bulan Januari sampai dengan Desember 2017.

Tabel 4.3. Data pergantian komponen heater horizontal

No	Tanggal	Nama Mesin	Kerusakan	Penyebab	Penanggulangan
1	17/01/2017	Multiline	Suhu laster <i>horizontal</i> turun	Heater putus	Ganti heater
2	09/03/2017	Multiline	Suhu laster <i>horizontal</i> turun	Heater putus	Ganti heater
3	02/05/2017	Multiline	Suhu laster <i>horizontal</i> turun	Heater putus	Ganti heater
4	05/07/2017	Multiline	Suhu laster <i>horizontal</i> turun	Heater putus	Ganti heater
5	13/09/2017	Multiline	Suhu laster <i>horizontal</i> turun	Heater putus	Ganti heater
6	02/11/2017	Multiline	Suhu laster <i>horizontal</i> turun	Heater putus	Ganti heater
7	27/12/2017	Multiline	Suhu laster <i>horizontal</i> turun	Heater putus	Ganti heater

3. *Bearing* laster

Tabel 4.4 memperlihatkan data pergantian komponen *bearing* laster selama bulan Januari sampai dengan Desember 2017.

Tabel 4.4. Data pergantian komponen *bearing* laster

No	Tanggal	Nama Mesin	Kerusakan	Penyebab	Penanggulangan
1	10/03/2017	<i>Multiline</i>	<i>Bearing</i> patah	Aus	Ganti bearing
2	09/06/2017	<i>Multiline</i>	<i>Bearing</i> patah	Aus	Ganti bearing

4. Pisau laster

Tabel 4.5 memperlihatkan data pergantian komponen pisau laster selama bulan Januari sampai dengan Desember 2017.

Tabel 4.5. Data pergantian komponen pisau laster

No	Tanggal	Nama Mesin	Kerusakan	Penyebab	Penanggulangan
1	05/06/2017	<i>Multiline</i>	Potongan tidak rapi	Posisi miring	Ganti pisau
2	04/12/2017	<i>Multiline</i>	Patah	Patah	Ganti pisau

5. *Roll* alufo

Tabel 4.6 memperlihatkan data pergantian komponen *roll* alufo selama bulan Januari sampai dengan Desember 2017.

Tabel 4.6. Data pergantian komponen *roll* alufo

No	Tanggal	Nama Mesin	Kerusakan	Penyebab	Penanggulangan
1	14/01/2017	<i>Multiline</i>	Kemasan tidak tertarik	Aus	Ganti <i>roll</i>
2	03/06/2017	<i>Multiline</i>	Kemasan tidak tertarik	Aus	Ganti <i>roll</i>

6. As conveyor

Tabel 4.7 memperlihatkan data pergantian komponen as conveyor selama bulan Januari sampai dengan Desember 2017.

Tabel 4.7. Data pergantian komponen as conveyor

No	Tanggal	Nama Mesin	Kerusakan	Penyebab	Penanggulangan
1	17/7/2017	Multiline	Ganti as conveyor	Aus	Ganti

7. Piston

Tabel 4.8 memperlihatkan data pergantian komponen piston selama bulan Januari sampai dengan Desember 2017.

Tabel 4.8. Data pergantian komponen piston

No	Tanggal	Nama Mesin	Kerusakan	Penyebab	Penanggulangan
1	28/09/2017	Multiline	Piston Aus	Aus	Ganti piston

8. As *pneumatic*

Tabel 4.9 memperlihatkan data pergantian komponen as *pneumatic* selama bulan Januari sampai dengan Desember 2017.

Tabel 4.9. Data pergantian komponen as *pneumatic*

No	Tanggal	Nama Mesin	Kerusakan	Penyebab	Penanggulangan
1	29/09/2017	Multiline	Sambungan as <i>pneumatic</i> patah	Patah	Ganti

9. Rumah piston

Tabel 4.10 memperlihatkan data pergantian komponen rumah piston selama bulan Januari sampai dengan Desember 2017.

Tabel 4.10. Data pergantian komponen rumah piston

No	Tanggal	Nama Mesin	Kerusakan	Penyebab	Penanggulangan
1	09/012/2017	Multiline	Ganti rumah piston	-	Ganti

4.2. Pengolahan Data

4.2.1. Penentuan Komponen

Tabel 4.11 merupakan data jumlah pergantian tiap komponen mesin *filling multiline* pada tahun 2017.

Tabel 4.11. Data pergatian komponen

No.	Nama Komponen	Frekuensi Pergantian
1	<i>Seal Piston</i>	52
2	<i>Heater Horizontal</i>	7
3	<i>Bearing Laster</i>	2
4	Pisau Laster	2
5	<i>Roll Alufo</i>	2
6	As Conveyor	1
7	Piston	1
8	<i>As pneumatic</i>	1
9	Rumah piston	1

Berdasarkan data tersebut maka peneliti memutuskan untuk membuat jadwal pergantian komponen *seal piston* dan *heater horizontal* dikarenakan berdasarkan pembatasan masalah kedua komponen tersebut memiliki frekuensi pergantian lebih dari lima kali di tahun 2017. Interval waktu pergantian kedua komponen tersebut kemudian akan dilakukan uji distribusi data menggunakan software SPSS. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah frekuensi pergantian komponen tersebut mengikuti distribusi kerusakan weibull atau tidak.

4.2.2. Pengujian Distribusi Data

Dalam menentukan distribusi dari interval waktu pergantian komponen, peneliti menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov untuk membuktikan bahwa data tersebut mengikuti distribusi Weibull atau tidak. Pengujian distribusi ini dilakukan menggunakan *software SPSS*.

1. *Seal* Piston

Tabel 4.12 memperlihatkan data interval pergantian dari komponen *seal* piston sebagai berikut:

Tabel 4.12. Data antar pergantian komponen *seal* piston

No	Hari	No	Hari	No	Hari	No	Hari	No	Hari
1	6	12	8	23	6	34	7	45	7
2	9	13	8	24	11	35	7	46	7
3	6	14	6	25	7	36	5	47	6
4	7	15	8	26	9	37	4	48	8
5	6	16	7	27	6	38	6	49	6
6	10	17	6	28	9	39	6	50	8
7	11	18	6	29	6	40	6	51	7
8	11	19	7	30	6	41	9		
9	6	20	8	31	6	42	6		
10	7	21	6	32	4	43	9		
11	11	22	4	33	5	44	5		

Adapun langkah-langkah pengujian sebagai berikut:

a. Menentukan hipotesis

H_0 : Waktu antar pergantian komponen *seal* piston berdistribusi Weibull

H_1 : Waktu antar pergantian komponen *seal* piston tidak berdistribusi Weibull

b. Kriteria penerimaan

H_0 diterima jika $K-S < D_{n(0.02)}$ (didapat dari tabel Kolmogorov-Smirnov)

c. Uji statistic menggunakan SPSS

Tabel 4.13 memperlihatkan hasil dari uji statistik dengan menggunakan *software* SPSS.

Tabel 4.13. Kolmogorov-smirnov test *seal* piston

Komponen <i>Seal</i> piston		
N		51
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	7,0196
	Std. Deviation	1,77189
Most Extreme Differences	Absolute	,208
	Positive	,208
	Negative	-,165
Test Statistic		,208
Asymp. Sig. (2-tailed)		,000 ^c

d. Analisis perbandingan

Nilai uji statistik Kolmogorov-Smirnov adalah 0.208, sedangkan nilai α 0.02 menggunakan tabel Kolmogorv-Smirnov adalah 0.213 maka nilai uji statistic lebih kecil dari nilai $D_{n(0.02)}$.

e. Kesimpulan

Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima karena nilai uji statistik $0.208 < 0.213$ dari tabel Kolmogorov-Smirnov, maka data waktu pergantian komponen *seal* piston mengikuti distribusi Weibull

2. Heater Horizontal

Tabel 4.14 memperlihatkan data antar pergantian dari komponen *Heater Horizontal* sebagai berikut:

Tabel 4.14. Data antar pergantian komponen *heater horizontal*

No	Hari
1	51
2	54
3	64
4	70
5	50
6	55

Adapun langkah-langkah pengujian sebagai berikut:

a. Menentukan hipotesis

H_0 : Waktu antar pergantian komponen *heater horizontal* berdistribusi Weibull

H_1 : Waktu antar pergantian komponen *heater horizontal* tidak berdistribusi Weibull

b. Kriteria penerimaan

H_0 diterima jika $K-S < D_{n(0.02)}$ (didapat dari tabel Kolmogorov-Smirnov)

c. Uji statistic menggunakan SPSS

Tabel 4.15 memperlihatkan hasil dari uji statistik dengan menggunakan *software* SPSS.

Tabel 4.15. Kolmogorov-smirnov test *heater horizontal*

Komponen Heater Horizontal		
N		6
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	57,3333
	Std. Deviation	7,94145
Most Extreme Differences	Absolute	,282
	Positive	,282
	Negative	-,178
Test Statistic		,282
Asymp. Sig. (2-tailed)		,147 ^c

d. Analisis perbandingan

Nilai uji statistik Kolmogorov-Smirnov adalah 0.282, sedangkan nilai α 0.02 menggunakan tabel Kolmogorv-Smirnov adalah 0.577 maka nilai uji statistik lebih kecil dari nilai $D_{n(0.02)}$.

e. Kesimpulan

Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima karena nilai uji statistik $0.282 < 0.577$ dari tabel Kolmogorov-Smirnov, maka data waktu pergantian komponen *heater horizontal* mengikuti distribusi Weibull.

4.2.3. Penentuan Parameter Distribusi Waktu Antar Kerusakan

Setelah memastikan distribusi yang akan digunakan dalam pengolahan data adalah distribusi weibull, kemudian menentukan parameter distribusinya sebagai berikut:

1. Penentuan Parameter Distribusi Weibull Komponen *Seal* Piston

Distribusi yang digunakan dalam data pergantian komponen *seal* piston adalah distribusi Weibull. Parameter yang digunakan dalam distribusi Weibull adalah parameter α dan β . Tabel 4.16 menunjukkan data yang digunakan untuk menentukan nilai parameter α dan β .

Tabel 4.16. Parameter distribusi weibull komponen *seal* piston

i	t_i	$r_{(i)}$	$X_i = \ln(\ln r_{(i)})$	$Y_i = \ln t_i$	$X_i \cdot Y_i$	X_i^2
1	4	1,0138	-4,2895	1,3863	-5,9465	18,3995
2	4	1,0342	-3,3922	1,3863	-4,7026	11,5073
3	4	1,0554	-2,9195	1,3863	-4,0473	8,5236
4	5	1,0776	-2,5942	1,6094	-4,1752	6,7298
5	5	1,1006	-2,3445	1,6094	-3,7733	5,4967
6	5	1,1247	-2,1410	1,6094	-3,4458	4,5838
7	6	1,1499	-1,9685	1,7918	-3,5271	3,8750
8	6	1,1762	-1,8184	1,7918	-3,2581	3,3065
9	6	1,2037	-1,6850	1,7918	-3,0192	2,8393
10	6	1,2326	-1,5648	1,7918	-2,8037	2,4485
11	6	1,2629	-1,4550	1,7918	-2,6069	2,1169
12	6	1,2947	-1,3537	1,7918	-2,4255	1,8325
13	6	1,3282	-1,2595	1,7918	-2,2567	1,5863
14	6	1,3634	-1,1713	1,7918	-2,0986	1,3718
15	6	1,4005	-1,0881	1,7918	-1,9496	1,1839
16	6	1,4398	-1,0093	1,7918	-1,8084	1,0186
17	6	1,4813	-0,9342	1,7918	-1,6739	0,8727
18	6	1,5252	-0,8624	1,7918	-1,5452	0,7438
19	6	1,5719	-0,7935	1,7918	-1,4217	0,6296
20	6	1,6215	-0,7271	1,7918	-1,3027	0,5286

Tabel 4.16. Parameter distribusi weibull komponen *seal* piston (lanjutan)

i	ti	r(ti)	Xi=ln(ln r(ti))	Yi=Ln ti	Xi.Yi	Xi^2
21	6	1,6743	-0,6629	1,7918	-1,1877	0,4394
22	6	1,7306	-0,6006	1,7918	-1,0761	0,3607
23	6	1,7909	-0,5400	1,7918	-0,9676	0,2916
24	6	1,8556	-0,4809	1,7918	-0,8617	0,2313
25	6	1,9251	-0,4232	1,7918	-0,7582	0,1791
26	7	2,0000	-0,3665	1,9459	-0,7132	0,1343
27	7	2,0810	-0,3108	1,9459	-0,6049	0,0966
28	7	2,1688	-0,2560	1,9459	-0,4981	0,0655
29	7	2,2643	-0,2018	1,9459	-0,3926	0,0407
30	7	2,3687	-0,1481	1,9459	-0,2882	0,0219
31	7	2,4831	-0,0949	1,9459	-0,1846	0,0090
32	7	2,6091	-0,0418	1,9459	-0,0814	0,0018
33	7	2,7487	0,0111	1,9459	0,0215	0,0001
34	7	2,9040	0,0640	1,9459	0,1245	0,0041
35	7	3,0778	0,1171	1,9459	0,2279	0,0137
36	8	3,2739	0,1706	2,0794	0,3547	0,0291
37	8	3,4966	0,2246	2,0794	0,4670	0,0504
38	8	3,7518	0,2793	2,0794	0,5808	0,0780
39	8	4,0472	0,3351	2,0794	0,6968	0,1123
40	8	4,3932	0,3921	2,0794	0,8153	0,1537
41	8	4,8037	0,4507	2,0794	0,9372	0,2031
42	9	5,2990	0,5113	2,1972	1,1235	0,2615
43	9	5,9080	0,5745	2,1972	1,2624	0,3301
44	9	6,6753	0,6410	2,1972	1,4085	0,4109
45	9	7,6716	0,7117	2,1972	1,5638	0,5066
46	9	9,0175	0,7881	2,1972	1,7316	0,6211
47	10	10,9362	0,8722	2,3026	2,0082	0,7607
48	11	13,8919	0,9675	2,3979	2,3199	0,9360
49	11	19,0370	1,0806	2,3979	2,5911	1,1677
50	11	30,2353	1,2264	2,3979	2,9408	1,5041
51	11	73,4286	1,4578	2,3979	3,4955	2,1251
Total	358	265,0070	-28,6234	97,8467	-40,7312	90,7350

Setelah didapatkan data pada tabel 4.16, kemudian dapat ditentukan nilai parameter dari distribusi Weibull komponen *seal* piston Tabel 4.17 memperlihatkan parameter dari distribusi Weibull komponen *seal* piston

Tabel 4.17. Parameter komponen *seal piston*

a	2.0251	α	7.5775
b	0.1900	β	5.2642
MTTF		6.9780	

Berikut merupakan contoh perhitungan untuk mendapatkan nilai parameter α dan β , sebagai berikut:

$$a. r_{(1)} = \frac{(5 + 0.4)}{(5 - 1 + 0.7)} = 1.0138 \dots \dots \dots (2.2.)$$

$$b. X_i = \ln(\ln 1.0138) = -4.2895 \dots \dots \dots (2.4.)$$

$$c. Y_i = \ln 4 = 1.3863 \dots \dots \dots (2.5.)$$

$$d. b = \frac{(5 \times (-4.7)) - (-2.6 \times 9.8)}{(5 \times 9.7) - (-2.6)^2} = 0.1900 \dots \dots \dots (2.6.)$$

$$e. a = \frac{9.8}{5} - \left[0.1900 \left(\frac{-2.6}{5} \right) \right] = 2.0251 \dots \dots \dots (2.7.)$$

$$f. \alpha = \exp(2.0251) = 7.5775 \dots \dots \dots (2.8.)$$

$$g. \beta = \frac{1}{0.1} = 5.2642 \dots \dots \dots (2.9.)$$

$$h. M = 7.5775 * \gamma \left(1 + \frac{1}{5.2} \right) = 6.9780 \dots \dots \dots (2.3.)$$

2. Penentuan Parameter Distribusi Weibull Komponen *Heater Horizontal*

Parameter yang digunakan dalam distribusi Weibull adalah parameter α dan β . Tabel 4.18 menunjukkan data yang digunakan untuk menentukan nilai parameter α dan β .

Tabel 4.18. Parameter distribusi weibull komponen *heater horizontal*

i	t_i	r(t_i)	X_i=ln(ln r(t_i))	Y_i=Ln t_i	X_i.Y_i	X_i²
1	50	1,1228	-2,1556	3,9120	-8,4328	4,6467
2	51	1,3617	-1,1753	3,9318	-4,6210	1,3813
3	54	1,7297	-0,6015	3,9890	-2,3995	0,3619
4	55	2,3704	-0,1473	4,0073	-0,5902	0,0217
5	64	3,7647	0,2819	4,1589	1,1725	0,0795
6	70	9,1429	0,7943	4,2485	3,3747	0,6310
Total	344	19,4922	-3,0035	24,2475	-11,4964	7,1219

Setelah didapatkan data pada tabel 4.18, kemudian dapat ditentukan nilai parameter dari distribusi Weibull komponen *heater horizontal*. Tabel 4.19 memperlihatkan parameter dari distribusi Weibull komponen *heater horizontal*

Tabel 4.19. Parameter komponen *heater horizontal*

a	4.0984	α	60.2440
b	0.1142	β	8.7596
MTTF		56.9785	

Berikut merupakan contoh perhitungan untuk mendapatkan nilai parameter α dan β , sebagai berikut:

$$a. r_{(t-1)} = \frac{(6+0.4)}{(6-1+0.7)} = 1.1228 \dots \dots \dots (2.2.)$$

$$b. X_i = \ln(\ln 1.1228) = -2.1556 \dots \dots \dots (2.4.)$$

$$c. Y_i = \ln 50 = 3.9120 \dots \dots \dots (2.5.)$$

$$d. b = \frac{(6 \times (-1.4)) - (-3.0 \times 2.2)}{(6 \times 7.1) - (-3.0)^2} = 0.1142 \dots \dots \dots (2.6.)$$

$$e. a = \frac{2.2}{6} - \left[0.1142 \left(\frac{-3.0}{6} \right)^2 \right] = 4.0984 \dots \dots \dots (2.7.)$$

$$f. \alpha = \exp(4.0984) = 60.2440 \dots \dots \dots (2.8.)$$

$$g. \beta = \frac{1}{0.1} = 8.7596 \dots \dots \dots (2.9.)$$

$$h. M = 60.2440 * \gamma \left(1 + \frac{1}{8.7} \right) = 56.9785 \dots \dots \dots (2.3.)$$

4.2.4. Penentuan Waktu Pergantian Pencegahan

4.2.4.1. Perhitungan Biaya Pergantian

Perhitungan biaya perawatan digunakan untuk mengetahui biaya yang dikeluarkan pada saat satu kali pergantian komponen. Berikut merupakan perhitungan biaya perawatan dari komponen *seal piston* dan *heater horizontal*.

1. *Seal* Piston

a. Biaya Pergantian Pencegahan (Cp)

Untuk menghitung Cp dapat menggunakan persamaan 2.13, namun terlebih dahulu harus menghitung biaya teknisi perawatan. Biaya teknisi perawatan dapat dicari dengan persamaan 2.12.

$$\begin{aligned} BTP &= 1 \times R .25,000 \times 0.03125 \dots\dots\dots (2.12.) \\ &= R .781 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Cp &= R .15,000 + R .781 \dots\dots\dots (2.13.) \\ &= R .15,781 \end{aligned}$$

b. Biaya Pergantian Kerusakan (Cf)

Untuk menghitung Cf dapat menggunakan persamaan 2.15, namun terlebih dahulu harus menghitung biaya pergantian komponen. Biaya pergantian komponen dapat dicari dengan persamaan 2.14.

$$\begin{aligned} B &= 1 \times R .25,000 \times 0.09375 \dots\dots\dots (2.14.) \\ &= R .2343 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Cf &= R .15,000 + R .2,343 \dots\dots\dots (2.15.) \\ &= R .17,343 \end{aligned}$$

2. *Heater Horizontal*

a. Biaya Pergantian Pencegahan (Cp)

Untuk menghitung Cp dapat menggunakan persamaan 2.13, namun terlebih dahulu harus menghitung biaya teknisi perawatan. Biaya teknisi perawatan dapat dicari dengan persamaan 2.12.

$$\begin{aligned} BTP &= 1 \times R .25,000 \times 0.02083 \dots\dots\dots (2.12.) \\ &= R .521 \end{aligned}$$

$$C_p = R . 350,000 + R . 521 \dots\dots\dots(2.13.)$$

$$= R . 350,521$$

b. Biaya Pergantian Kerusakan (Cf)

Untuk menghitung Cf dapat menggunakan persamaan 2.15, namun terlebih dahulu harus menghitung biaya pergantian komponen. Biaya pergantian komponen dapat dicari dengan persamaan 2.14.

$$B = 1 \times R . 25,000 \times 0.375 \dots\dots\dots (2.14.)$$

$$= R . 9375$$

$$C_f = R . 350,000 + R . 9375 \dots\dots\dots(2.15.)$$

$$= R . 359,375$$

4.2.4.2. Model Age Replacement

Berikut merupakan pengolahan menggunakan model *age replacement*:

1. Seal Piston

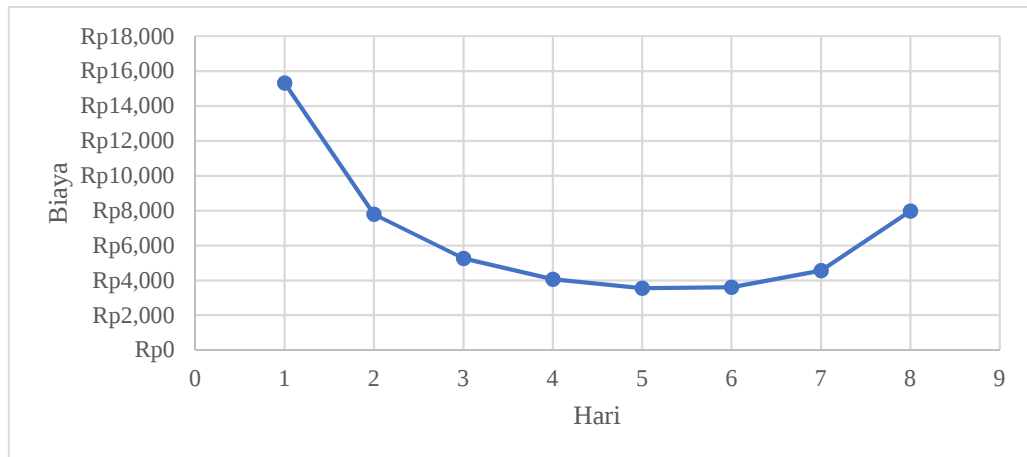
Tabel 4.20 memperlihatkan data yang dibutuhkan untuk menentukan waktu pergantian pencegahan dari komponen *seal piston* seperti berikut:

Tabel 4.20. Perhitungan C(tp) seal piston menggunakan model age replacement

tp	R(tp)	F(tp)	M(tp)	C(tp)
1	0,9999766	0,0000234	297661,1372	Rp15.310
2	0,9990995	0,0009005	7748,7513	Rp7.784
3	0,9924138	0,0075862	919,8346	Rp5.257
4	0,9659685	0,0340315	205,0463	Rp4.073
5	0,8939719	0,1060281	65,8131	Rp3.552
6	0,7462788	0,2537212	27,5028	Rp3.601
7	0,5174524	0,4825476	14,4608	Rp4.552
8	0,2643090	0,7356910	9,4850	Rp7.983

Dilihat dari tabel 4.20 nilai C(tp) pada periode ke-5 merupakan nilai terendah, maka waktu pergantian pencegahan yang paling optimal dengan menggunakan

model *age replacement* untuk komponen *seal* piston adalah selama 5 hari. Grafik total biaya perawatan dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.2. Grafik biaya pergantian *seal* piston dengan model *age replacement*

Berikut merupakan contoh perhitungan untuk mendapatkan waktu pergantian dan biaya $C(tp)$:

$$a. R_1 = \exp - \left(\frac{1}{7.5} \right)^{5.2} = 0.9999766 \dots \dots \dots (2.1.)$$

$$b. F_{(1)} = 1 - 0.9999766 = 0.0000234 \dots \dots \dots (2.10.)$$

$$c. M_1 = \frac{6.9}{0.0} = 297,661.1372 \dots \dots \dots (2.11.)$$

$$d. C_{(1)} = \frac{(1.7 \times 0.9) + (1.3 \times 0.0)}{[(1+0.0) \times 0.9] + [(2.6 \times 1.1 + 0.0) \times 0.0]} = R .15,310 \dots \dots \dots (2.16.)$$

2. Heater Horizontal

Tabel 4.21 memperlihatkan data yang dibutuhkan untuk menentukan waktu pergantian pencegahan dari komponen *heater horizontal* seperti berikut:

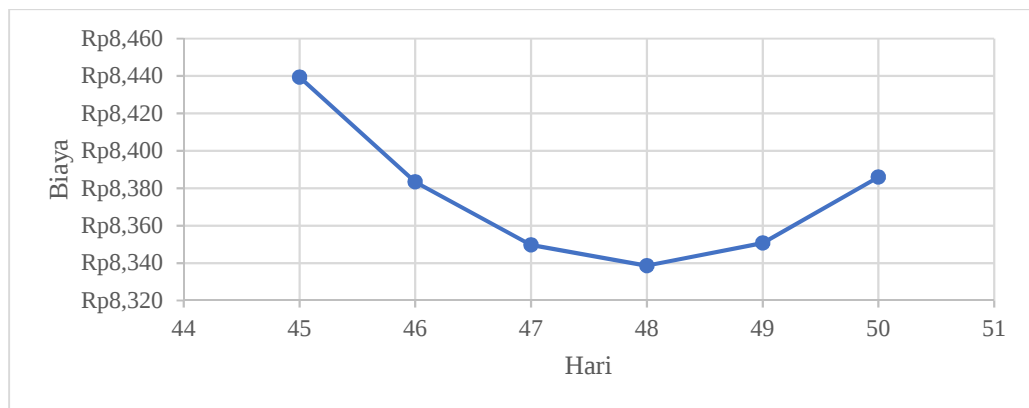
Tabel 4.21. Perhitungan $C(tp)$ *heater horizontal* menggunakan model *age replacement*

tp	$R_{(tp)}$	$F_{(tp)}$	$M_{(tp)}$	$C_{(tp)}$
43	0,9492	0,0508	1121,4613	Rp8.652
44	0,9382	0,0618	922,2071	Rp8.557
45	0,9253	0,0747	762,6303	Rp8.487
46	0,9102	0,0898	634,2053	Rp8.444

Tabel 4.21. Perhitungan $C(tp)$ heater horizontal menggunakan model *age replacement* (lanjutan)

tp	$R_{(tp)}$	$F_{(tp)}$	$M_{(tp)}$	$C_{(tp)}$
47	0,8926	0,1074	530,3707	Rp8.432
48	0,8723	0,1277	446,0477	Rp8.452
49	0,8490	0,1510	377,2841	Rp8.512
50	0,8225	0,1775	320,9885	Rp8.615

Dilihat dari table 4.21 nilai $C(tp)$ pada periode ke-47 merupakan nilai terendah, maka waktu pergantian pencegahan yang paling optimal dengan menggunakan model *age replacement* untuk komponen *heater horizontal* adalah selama 47 hari. Grafik total biaya perawatan dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.3. Grafik biaya pergantian heater horizontal dengan model *age replacement*

Berikut merupakan contoh perhitungan untuk mendapatkan waktu pergantian dan biaya $C(tp)$:

$$a. R_4 = \exp -\left(\frac{4}{6.2}\right)^{8.7} = 0.8926 \dots\dots\dots (2.1.)$$

$$b. F_{(4)} = 1 - 0.8926 = 0.1074 \dots\dots\dots (2.10.)$$

$$c. M_4 = \frac{5.9}{0.1} = 530.3707 \dots\dots\dots (2.11.)$$

$$d. C_{(4)} = \frac{(3.3 \times 0.8) + (3.5 \times 0.1)}{[(4 + 0.0) \times 0.8] + [(5.3 + 0.3) \times 0.1]} = R .8,432 \dots\dots\dots (2.16.)$$

4.2.4.3. Model *Block Replacement*

Berikut merupakan pengolahan menggunakan model *block replacement*:

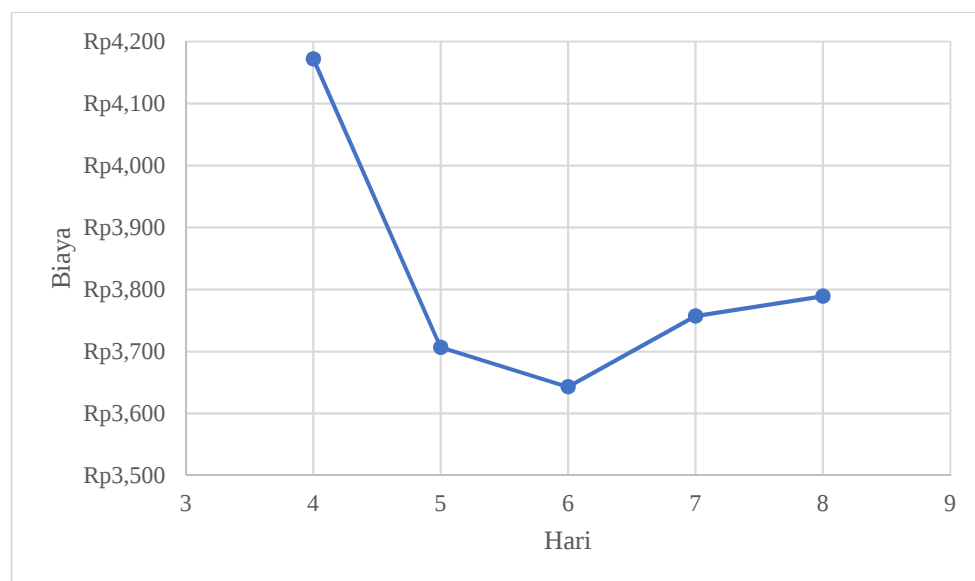
1. *Seal* Piston

Tabel 4.22 memperlihatkan data yang dibutuhkan untuk menentukan waktu pergantian pencegahan dari komponen *seal* piston dengan model *block replacement* sebagai berikut:

Tabel 4.22. Perhitungan $C(t_p)$ *seal* piston menggunakan model *block replacement*

t	$H(t_p)$	$C(t_p)$
4	0.05977	Rp4.172
5	0.165262	Rp3.706
6	0.356881	Rp3.643
7	0.61326	Rp3.757
8	0.84469	Rp3.789

Dilihat dari table 4.22 nilai $C(t_p)$ pada periode ke-6 merupakan nilai terendah, maka waktu pergantian pencegahan yang paling optimal dengan menggunakan model *block replacement* untuk komponen *seal* piston adalah selama 6 hari. Grafik total biaya perawatan dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.4. Grafik biaya pergantian *seal* piston dengan model *block replacement*

Berikut merupakan contoh perhitungan untuk mendapatkan waktu pergantian dan biaya C(tp):

$$a. H_5 = \int_4^{5,2} \frac{5,2}{7,5} \left(\frac{5}{7,5} \right)^{5,2-1} \exp \left(- \left(\frac{5}{7,5} \right) \right)^{5,2} d = 0,16526..(4.17.)$$

$$b. C_5 = \frac{1,1 + (2,3 \times 0,1)}{5+0,0} = R .4,403(4.18.)$$

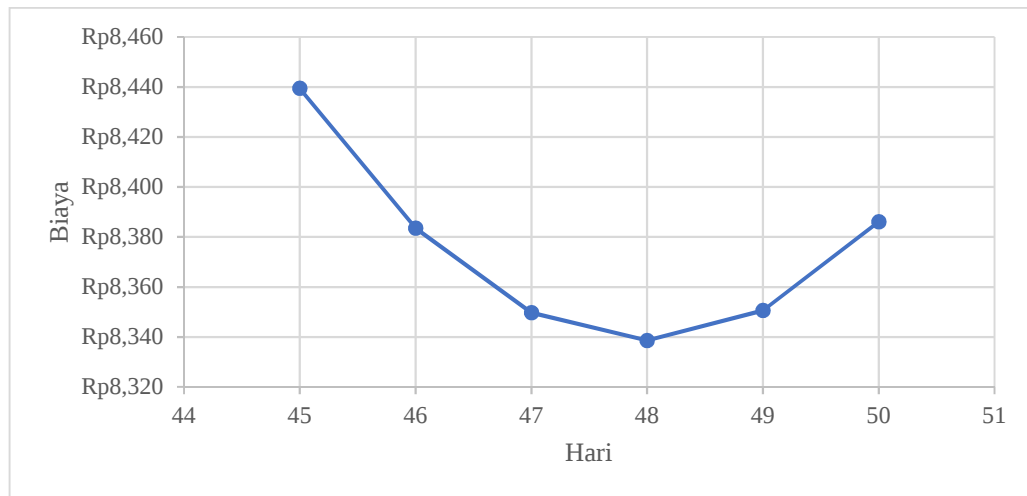
2. Heater Horizontal

Tabel 4.23 memperlihatkan data yang dibutuhkan untuk menentukan waktu pergantian pencegahan dari komponen *heater horizontal* dengan model *block replacement* sebagai berikut:

Tabel 4.23. Perhitungan C(tp) heater horizontal menggunakan model block replacement

t	H(tp)	C(tp)
45	0,08188947	Rp8.439
46	0,09820508	Rp8.383
47	0,11711122	Rp8.350
48	0,13886604	Rp8.339
49	0,16371405	Rp8.351
50	0,19187247	Rp8.386

Dilihat dari table 4.23 nilai C(tp) pada periode ke-48 merupakan nilai terendah, maka waktu pergantian pencegahan yang paling optimal dengan menggunakan model *block replacement* untuk komponen *heater horizontal* adalah selama 48 hari. Grafik total biaya perawatan dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.5. Grafik biaya pergantian *heater horizontal* dengan model *block replacement*

Berikut merupakan contoh perhitungan untuk mendapatkan waktu pergantian dan biaya $C(tp)$.

Diketahui :

$$a. H_4 = \int_4^{\infty} \frac{8,7}{1,2} \left(\frac{4}{1,2} \right)^{8,7-1} \exp \left(- \left(\frac{4}{1,2} \right)^{8,7} \right) d = 0.13887$$

.....(4.17.)

$$b. C_4 = \frac{3,0 + (3,5 \times 0,1)}{4 + 0,0} = R .8,452 \dots\dots\dots (4.18.)$$

4.2.5. Perbandingan

Berikut merupakan tabel perbandingan biaya dan waktu pergantian komponen menggunakan model *age replacement* dan *block replacement*.

Tabel 4.24. Perbandingan biaya dan interval pergantian

No	Komponen	Tanpa Model	<i>Age Replacement</i>		<i>Block Replacement</i>	
		Ongkos Pergantian	Interval Pergantian (Hari)	Ongkos Per Pergantian	Interval Pergantian (Hari)	Ongkos Per Pergantian
1	<i>Seal Piston</i>	Rp. 17.343	5	Rp. 17.762	6	Rp. 21.857
2	<i>Heater Horizontal</i>	Rp. 359.375	47	Rp. 396.281	48	Rp. 400.252