

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

1. Tahap persiapan bahan baku

Bahan baku 2 etil anthraquinone (G), benzena (T-01) dan tributil phospat (T02) disimpan dalam tangki penyimpan pada suhu ruangan. Ketiga bahan baku tersebut dicampur untuk membentuk larutan yang homogen pada M-01 dan kemudian dipanaskan untuk memenuhi kondisi reaksi hidrogenasi. 2 etil anthraquinone dari gudang (G) diangkut dengan belt konveyor (BC-01) ke hooper (H-01) yang telah dilengkapi dengan alat penimbang yang bekerja secara otomatis (setelah tercapai berat yang diinginkan, aliran reaktan ke hooper dihentikan), kemudian dimasukkan dalam tangki pencampur (M-01). Benzena dari tangki (T-01) dan tributil phospat dari tangki (T-02) dialirkan dengan menggunakan pompa *centrifugal single stage* kedalam tangki pencampur (M-01). Dalam tangki pencampur, 2 etil anthraquinone dilarutkan sehingga terbentuk larutan homogen, proses pencampuran berlangsung secara *batch*. Larutan beserta aliran *recycle* dari decanter (DC-01) kemudian dialirkan oleh pompa-03 dan dipanaskan di *preheater* (HE-01) untuk menaikkan suhu dari 30°C menjadi 40°C dengan menggunakan steam sebagai media pemanas dan dialirkan ke reaktor hidrogenasi (R-01) dari bagian atas reaktor. Hidrogen disimpan ditangki (T-03) pada tekanan 10 atmosfer

dan suhu 303 K dialirkan ke expander (EX-01) untuk menurunkan tekanan menjadi 4 atm, kemudian gas hidrogen dipanaskan dalam preheater (HE-02) dengan menggunakan steam sebagai pemanas sehingga suhu gas hidrogen naik menjadi 40°C.

2. Tahap proses autooksidasi anthraquinone

Tahap pertama dari proses autooksidasi anthraquinone adalah hidrogenasi anthraquinone. Umpan segar gas hidrogen dengan kandungan N₂ sebagai inert 2% mol dicampur dengan hidrogen dari aliran recycle dan dibatasi jumlah N₂ 5% mol. Umpan gas hidrogen ini masuk pada suhu 40°C dan tekanan 4 atm. Umpan cair yang terdiri dari 2 etil anthraquinone serta pelarut benzene dan tributil fosfat direaksikan di reaktor hidrogenasi yang berupa reaktor bahan isian katalis paladium berbentuk rasching ring. Katalis dalam reaktor diletakkan secara acak dan pada bagian bawah tumpukan ditopang oleh *packing support* dan bagian atas dilengkapi distributor untuk mengalirkan cairan supaya merata. Reaktor hidrogenasi beroperasi pada tekanan 4 atm dan suhunya berkisar antara 40°C hingga 70°C.

Tahap kedua yaitu proses oksidasi 2 etil anthrahydroquinon membentuk hidrogen peroksida dan 2 etil anthraquinone. Larutan hasil hidrogenasi dari reaktor hidrogenasi (R-01) kemudian masuk ke bagian atas dari reaktor oksidasi (R-02).

Udara oleh kompresor dialirkan dari bagian bawah reaktor Reaktor oksidasi (R-02) dan dikontakkan secara cocurrent sehingga terjadi oksidasi 2 etil anthraquinone

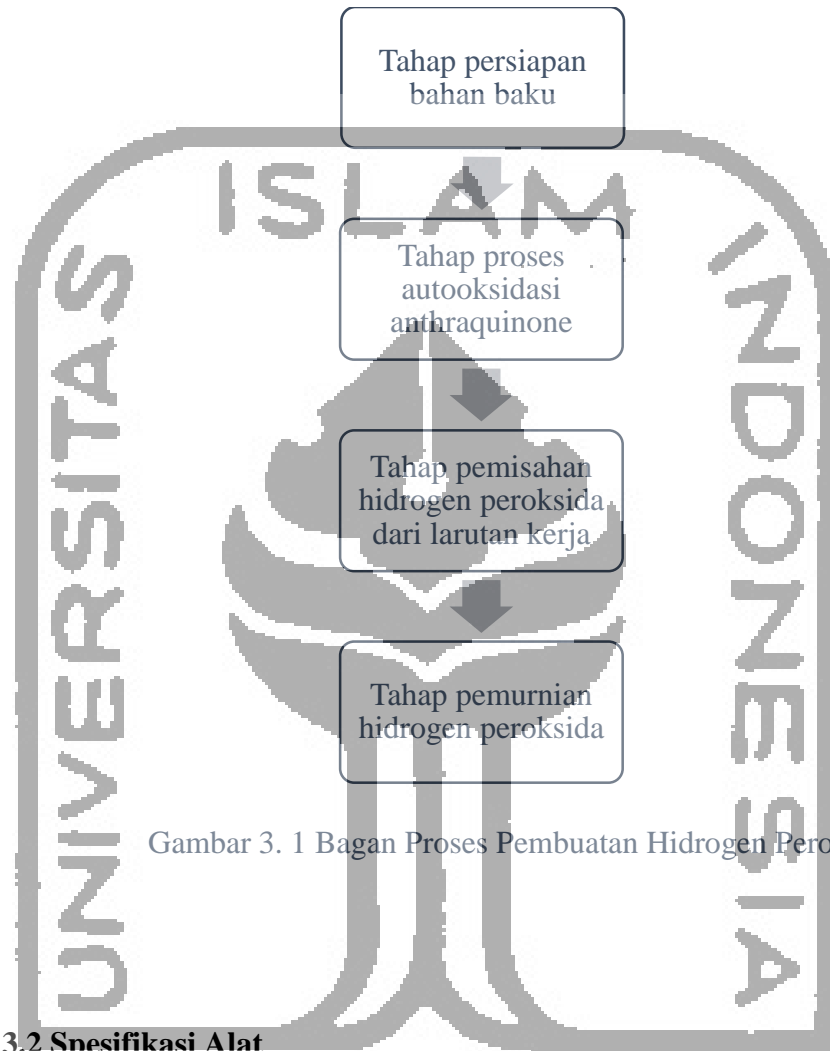
pada tekanan 4 atm dan suhu 40°C. Reaksi oksidasi tersebut adalah eksotermis dengan konversi 80%.

3. Tahap pemisahan hidrogen peroksida dari larutan kerja

Larutan hasil oksidasi diturunkan tekanannya menggunakan expander kemudian dialirkan ke Separator(S-01) untuk dipisahkan antara liquid dengan gasnya, kemudian dari separator (S-01) dialirkan ke pendingin (C-01) dengan media pendingin air untuk menurunkan suhu hingga 30°C yang kemudian dialirkan ke Menara Ekstraksi (ME) yang berupa kolom ekstraksi bahan isian keramik berbentuk *rascing ring*. Air proses dialirkan dari bagian atas pada suhu 30°C dan terjadi kontak secara counter current sehingga hidrogen peroksida terekstrak dari larutan kerja menghasilkan larutan hidrogen peroksida 30% berat. Hasil bawah mengalir ke decanter (D) untuk memisahkan larutan kerja dari kandungan air dan hidrogen peroksida yang terlarut. Larutan kerja kemudian direcycle sebagai umpan di reaktor hidrogenasi (R-01), sedangkan hasil atas dari decanter mengalir ke pengolahan limbah.

4. Tahap pemurnian hidrogen peroksida

Larutan hidrogen peroksida 30% dipompa ke Evaporator (EV-01). Larutan hidrogen peroksida 30% dipisahkan dalam Evaporator (EV-01) dan diperoleh larutan hidrogen peroksida 70%, dan oleh pompa dialirkan ke pendingin (COO-02) dengan media pendingin air, untuk menurunkan suhu hingga suhu ruangan. Setelah itu disimpan dalam tangki (T-04).



Gambar 3. 1 Bagan Proses Pembuatan Hidrogen Peroksida

3.2 Spesifikasi Alat

1. Mixer

Kode

: M-111 -

Fungsi

:Mencampurkan benzena,ethyl anthraquinone dan tributil fosfat

Tipe

: Tangki berpengaduk

Jumlah : 1

Spesifikasi

a. Material : Carbon Steel SA 283 grade 3

b. Kondisi Operasi

Suhu : 30° C

Tekanan : 1 atm

c. *Shell*

Diameter : 3,0480 m

Tinggi : 4,8768 m

Tebal : 6,3500 mm

d. *Head*

Tebal : 7,9375 mm

Tinggi : 0,6439 m

e. Tinggi Total : 4,9095 m

f. Jenis pengaduk : Flat Blade Turbine

Jumlah *impeller* : 2

Kecepatan putar : 70 rpm

Daya : 1 Hp

Harga : \$ 95631 (matche.com,2024)

2. Reaktor Hidrogenasi

Kode Alat : R-111

Fungsi Alat : Tempat berlangsungnya reaksi hidrogenasi

Tipe : *Fixed Bed Single Tube*

Kebutuhan Pemanas : 10625,5289 Kg/Jam

Volume : 0,2390 m³

Waktu Kontak : 2 s

Luas : 4,8333 m²

Diameter : 2,4813 m

Tinggi : 1,0911 m

Tebal : 4,7630 mm

Bahan Konstruksi : *Carbon Steel*

Harga : \$ 10374 (matche.com,2024)

3. Reaktor Oksidasi

Kode Alat : R-121

Fungsi Alat : Tempat berlangsungnya reaksi oksidasi

untuk menghasilkan produk hidrogen

peroksida

Tipe : Reaktor Alir Pipa

Kebutuhan Pendingin : 1395,8928 kg/jam

Volume : 250,9460 m³

Waktu tinggal : 10 s

Luas masukan reaktor : 0,1439 m²

Diameter reaktor : 0,4572 m
Panjang : 18 m
Tebal : 0,1558 m
Bahan Konstruksi : *Carbon Stell*
Harga : \$ 57593 (matche.com,2024)

4. Separator

Kode Alat : H-111
Fungsi Alat : Memisahkan gas oksigen dengan larutan
Tipe : *Silinder vertical*
Kondisi Operasi
Tekanan : 1 atm
Suhu : 40°C
Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*
Volume : 45,1042 m³
Diameter : 1,0668 m
Tinggi : 1,5171 m
Tebal Shell : 0,3125 inch
Tebal Head : 0,3750 inch
Harga : \$ 12997 (matche.com,2024)

5. Menara Ekstraksi

Kode Alat	: H-121
Fungsi Alat	: Memisahkan hidrogen peroksida dari larutan kerja
Tipe	: <i>Silinder vertical</i>
Kondisi Operasi	
Tekanan	: 1 atm
Suhu	: 30°C
Bahan	: <i>Carbon Steel SA 240 Grade S</i>
Volume	: 16,1825 m ³
Diameter	: 2,6552 m
Tinggi	: 3,2825 m
Tebal Shell	: 0,1875 inch
Tebal Head	: 0,1875 inch
Harga	: \$ 43058 (mathe.com,2024)

6. Evaporator

Kode Alat	: V-111
Fungsi Alat	: Mengurangi jumlah pelarut H ₂ O hingga mencapai konsentrasi H ₂ O ₂ yang diinginkan

Bentuk : *Long Tube*

Bentuk Tutup : *Flanged Standar dishes and flanged shallow*

Jenis : *Silinder Vertical*

Luas Area : 13,6019 m²

Tinggi : 4,2558 m

Diameter : 1,9514 m

Tebal : 3,2919 mm

Jumlah : 1

Bahan Konstruksi : *Carbon Steel type 316*

Harga : \$ 105528 (matche.com,2024)

7. Dekanter

Kode Alat : V-121

Fungsi Alat : Memisahkan *working solution* sebagai fraksi ringan dan H₂O₂ sebagai fraksi berat

Tipe : Tangki *silinder horizontal*

Tekanan : 1 atm

Temperatur : 30⁰ C

Diameter : 1,4697 m

Tinggi : 2,9394 m

Bahan Konstruksi : *Carbon Stell*

Harga : \$ 48531 (matche.com,2024)

8. Expander

Tabel 3. 1 *Expander* pada pabrik Hidrogen Peroksida Kapasitas 45.000 Ton/Tahun

Kode Alat	G-131	G-132
Fungsi Alat	Menurunkan tekanan hidrogen dari 10 atm menjadi 4 atm	Menurunkan tekanan liquid keluaran reaktor 2 dari 4 atm menjadi 1 atm
Tipe	<i>Sentrifugal single stage</i>	<i>Globe Valve Half Open</i>
Jumlah	1	1
Suhu (°C)	30	40
Tekanan masuk (atm)	10	4
Tekanan Keluar (atm)	4	1
Power (Hp)	7,7570	
Material	<i>Carbon Steel SA 93</i>	<i>Carbon Steel SA 93</i>
Harga (\$)	192	192
Sumber Harga	(matche.com,2024)	(matche.com,2024)

9. Heat Exchanger

Tabel 3. 2 *Heat Exchanger* pada Pabrik Hidrogen Peroksida Kapasitas 45.000

Ton/Tahun

Kode Alat	E-111	E-112
Fungsi Alat	Memanaskan <i>output</i> mixer sebelum menuju ke reaktor	Memanaskan umpan hidrogen sebelum menuju ke reaktor
Tipe	<i>Double pipe heat exchanger</i>	<i>Double pipe heat exchanger</i>
Luas Transfer Panas (ft ²)	109	9
Kecepatan umpan masuk (Kg/Jam)	14960,0762	467,2110
Jumlah hairpin	1	2
<i>Inner pipe</i>		
OD (in)	1,66	1,66
ID (in)	1,38	1,38
<i>Flow Area</i> (in ²)	0,0104	0,0104
<i>Pressure Drop</i> (psi)	0,4705	0,6283
Panjang (ft)	12	12
<i>Annulus</i>		
OD (in)	2,38	2,38
ID (in)	2,07	2,07
Panjang (ft)	12	12
<i>Pressure Drop</i> (psi)	0,5118	0,6367
Bahan	<i>Carbon Steel</i>	<i>Carbon Steel</i>
Harga (\$)	2146	1073
Sumber Harga	(matche.com,2024)	(matche.com,2024)

10. COOLER

Tabel 3. 3 Cooler pada Pabrik Hidrogen Peroksida Kapasitas 45.000 Ton/Tahun

Kode Alat	E-121	E-122
Fungsi Alat	Mendinginkan aliran larutan dari separator ke Menara Esktraksi	Mendinginkan aliran H ₂ O ₂ dari hasil evaporator
Tipe	<i>Heat Exchanger Shell and Tube</i>	<i>Heat Exchanger Shell and Tube</i>
Fluida di Tube	Air pendingin	Air pendingin
Fluida di Shell	<i>Working solution</i> dan produk	Produk
Luas Transfer Panas (ft ²)	325	376
OD tube (in)	0,7	0,75
Jenis Pitch	<i>Triangular pitch</i>	<i>Triangular pitch</i>
ID Tube	0,62	0,62
Panjang Tube (ft)	16	16
Jumlah Tube	24	18
ID shell (in)	8	8
Jarak Baffle	4	4
Jumlah Tube	6	8
Harga (\$)	25398	15382
Sumber Harga	(matche.com,2024)	(matche.com,2024)

11. Tangki Penyimpanan

Tabel 3. 4 Tangki penyimpanan pada Pabrik Hidrogen Peroksida Kapasitas 45.000 Ton/Tahun

Kode Alat	F-111	F-112	F-121	F-113
Fungsi Alat	Menampung C_6H_6 sebagai bahan pembantu berupa pelarut $C_{16}H_{12}O_2$	Menampung $C_{12}H_{27}PO_4$ sebagai bahan pembantu berupa pelarut $C_{16}H_{12}O_2$	Menyimpan gas hidrogen sebagai bahan baku	Menampung Produk Hidrogen Peroksida
Bentuk	Tangki <i>silinder</i> tegak dengan alas datar (<i>flat bottom</i>) dan bagian atas berbentuk kerucut (<i>conical</i>)	Tangki <i>silinder</i> tegak dengan alas datar (<i>flat bottom</i>) dan bagian atas berbentuk kerucut (<i>conical</i>)	<i>Spherical Tank</i>	Tangki <i>silinder</i> tegak dengan alas datar (<i>flat bottom</i>) dan bagian atas berbentuk kerucut (<i>conical</i>)
Fase fluida	Cair	Cair	Gas	Cair
Jumlah	2	2	2	2
Material	<i>Carbon Stell SA grade C</i>	<i>Carbon Stell SA grade C</i>	<i>Carbon Stell SA grade C</i>	<i>Carbon Stell SA grade C</i>
Suhu ($^{\circ}C$)	30	30	30	30
Tekanan (atm)	1	1	10	1
Diameter (m)	9,1440	7,6200	9,9491	10,6680
Tinggi (m)	3,6576	3,6576		3,6576
Tebal Tangki (m)			0,1060	
Tebal Shell				
Course 1 (in)	0,375	0,375		0,4375
Course 2 (in)	0,375	0,375		0,4375
Head				
Tebal (in)	1,75	1,375		1,5
Tinggi (m)	0,866	0,598		1,010
Tinggi Tangki Total (m)	4,5233	4,2555		4,6676
Harga (\$)	96108	100877	800000	117571

12. Kompresor

Kode Alat : G-111

Fungsi Alat : Mengalirkan udara dari udara bebas untuk

Jenis : *Sentrifugal single stage*

Jumlah Stage : 1

Tekanan Masuk : 1 atm

Tekanan Keluar : 4 atm

Suhu Masuk : 30° C

Suhu Keluar : 40° C

Power : 55,65 Hp

Harga : \$ 954 (matche.com,2024)

13. *Belt Conveyer*

Kode Alat : J-111

Fungsi Alat : Untuk mengangkut $C_{16}H_{12}O_2$ dari gudang

penyimpanan

Jumlah : 1 buah

Lebar belt : 40 cm

Panjang belt : 5 m

Kecepatan belt : 1,8384 m/min

Daya : 1,5 Hp

Luas Area : 0,013 m²
Harga : \$ 12997 (matche.com,2024)

14. Gudang Penyimpanan

Kode : T-113
Fungsi : Menyimpan bahan baku C₁₆H₁₂O₂
Kapasitas gudang : 886,9407 m³
Panjang gudang : 12,5900 m
Lebar gudang : 8,3933 m
Harga : \$ 10135 (matche.com,2024)

15. Hooper

Kode Alat : F-141
Fungsi Alat : Menampung C₁₆H₁₂O₂ sebelum diumpankan ke mixer

Tipe : Tangki *silinder* dengan bentuk *conical*

Jumlah : 1

Suhu : 30°C

Tekanan : 1 atm

Waktu penyimpanan : 1 hari

Diameter tangka atas : 2,2213 m

Diameter tangka bawah : 0,5553 m

Tebal hooper : 0,1875 in

Tinggi total tangka : 0,8330 m

Material : Carbon Steel SA-283 grade C tipe 316

Harga : \$ 2266 (matche.com,2024)



16. Pompa

Tabel 3. 5 Pompa pada Pabrik Hidrogen Peroksida Kapasitas 45.000 Ton/Tahun

Kode Alat	L-111	L-112	L-113
Fungsi Alat	Mengalirkan umpan Benzena dari tangki penyimpanan ke mixer	Mengalirkan umpan Tributyl Fosfat dari tangki penyimpanan ke mixer	Mengalirkan <i>working solution</i> dari mixer ke reaktor
Tipe	<i>Centrifugal pump</i>	<i>Centrifugal pump</i>	<i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	2	2	2
Kapasitas (gpm)	47,5956	23,9442	80,7818
Power Pompa (Hp)	0,1244	0,0743	0,2248
Power Motor (Hp)	2	0,1250	0,3333
Efisiensi Pompa (%)	83	78	88
Efisiensi Motor (%)	82	80	89
Bahan Konstruksi	<i>Commersial Stell</i>	<i>Commersial Stell</i>	<i>Commersial Stell</i>
Pipa : nominal (in)	8	8	8
ID pipa (in)	7,981	7,981	7,981
OD pipa (in)	8,6250	8,6250	8,6250
Luas Alir Pipa (in ²)	50	50	50
<i>Schedule Number</i>	40	40	40
Harga	22179	22656	22656
Sumber Harga	(matche.com,2024)	(matche.com,2024)	(matche.com,2024)

Kode Alat	L-114	L-115	L-116
Fungsi Alat	Mengalirkan hasil reaktor hidrogenasi ke reaktor oksidasi	Mengalirkan hasil separator ke menara ekstraksi	Mengalirkan air demin ke menara ekstraksi
Tipe	<i>Centrifugal pump</i>	<i>Centrifugal pump</i>	<i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	2	2	2
Kapasitas (gpm)	4,0628	254,1760	51,8712
Power Pompa (Hp)	0,9128	1,1907	0,6514
Power Motor (Hp)	1,5	1,5	1
Efisiensi Pompa (%)	80	70	59
Efisiensi Motor (%)	84	84	80
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Stell</i>	<i>Commercial Stell</i>	<i>Commercial Stell</i>
Pipa : nominal (in)	2,5	8	2
ID pipa (in)	2,469	7,981	2,067
OD pipa (in)	2,8800	8,6250	2,38
Luas Alir Pipa (in ²)	4,79	50	3,35
<i>Schedule Number</i>	40	40	40
Harga	18125	18125	19317
Sumber Harga	(matche.com,2024)	(matche.com,2024)	(matche.com,2024)

UNIVERSITAS ISLAM AZHAR SYARIAH

Kode Alat	L-117	L-118	L-119	L-110
Fungsi Alat	Mengalirkan hasil dari menara ekstraksi ke decanter	Mengalirkan hasil dekanter ke mixer	Mengalirkan hasil dari menara ekstraksi ke evaporator	Mengalirkan produk akhir dari evaporator ke tangki penyimpanan
Tipe	<i>Centrifugal pump</i>	<i>Centrifugal pump</i>	<i>Centrifugal pump</i>	<i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	2	2	2	2
Kapasitas (gpm)	243,8387	248,8723	61,0547	22,8647
Power Pompa (Hp)	0,8713	0,8401	0,3403	0,2914
Power Motor (Hp)	1,5	1,5	0,5	0,5
Efisiensi Pompa (%)	90	90	62	42
Efisiensi Motor (%)	84	84	80	80
Bahan Konstruksi	<i>Commersial Stell</i>	<i>Commersial Stell</i>	<i>Commersial Stell</i>	<i>Commersial Stell</i>
Pipa : nominal (in)	8	8	2,5	1,25
ID pipa (in)	7,981	7,981	2,469	1,380
OD pipa (in)	8,6250	8,6250	2,88	1,66
Luas Alir Pipa (in ²)	50	50	4,79	1,5
<i>Schedule Number</i>	40	40	40	40
Harga	22179	18125	22179	22179
Sumber Harga	(matche.com,2024)	(matche.com,2024)	(matche.com,2024)	(matche.com,2024)

3.3 Perencanaan Produksi

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu diperhatikan, yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik.

1. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi 2 kemungkinan, yaitu :

a. Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.

b. Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik. Oleh karena itu perlu dicari alternatif untuk menyusun rencana produksi, misalnya :

1) Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung dan rugi.

2) Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.

3) Mencari daerah pemasaran.

2. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain:

a. Material (bahan baku)

Dengan pemakaian material yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan tercapai target produksi yang diinginkan.

b. Manusia (tenaga kerja)

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan atau training pada karyawan agar keterampilannya meningkat.

c. Mesin (peralatan)

Ada dua hal yang mempengaruhi keandalan dan kemampuan mesin, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu. Kemampuan mesin adalah kemampuan suatu alat dalam proses produksi.

