

## **BAB IV**

### **PERANCANGAN PABRIK**

#### **4.1 Lokasi Pabrik**

Pemilihan lokasi suatu pabrik harus direncanakan dengan berbagai pertimbangan baik keadaan geografis, sosio ekonomi, kematangan, ketepatan. Kemudahan dalam pengoperasian pabrik dan perencanaan di masa yang akan datang merupakan faktor – faktor yang perlu mendapat perhatian dalam penetapan lokasi suatu pabrik. Hal tersebut menyangkut faktor produksi dan distribusi dari produk yang dihasilkan. Lokasi pabrik harus menjamin biaya transportasi dan produksi yang seminimal mungkin, disamping beberapa faktor lain yang harus diperhatikan diantaranya adalah pengadaan bahan baku, utilitas, dan faktor penunjang lain–lain. Oleh karena itu pemilihan dan penentuan lokasi pabrik yang tepat merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam suatu perencanaan pabrik.

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan di atas, maka ditentukan rencana pendirian pabrik DME ini berlokasi di daerah Satimpo, Kecamatan Bontang Selatan, Kalimantan Timur. Faktor–faktor yang menjadi dasar pertimbangan dalam menentukan lokasi pabrik adalah sebagai berikut:

##### **4.1.1 Penyediaan Bahan Baku**

Dalam usaha meminimalisasi biaya penyediaan bahan baku dan operasional pabrik, maka pabrik DME akan didirikan dekat dengan pelabuhan besar kapal di daerah Bontang, Kalimantan Timur, hal ini ditujukan agar proses pemindahan

bahan baku dan penjualan produk lebih mudah dilakukan. Penyedia bahan baku utama Hidrogen merupakan perusahaan multinasional asal Amerika Serikat yaitu Air Products and Chemicals, Inc. dengan kapasitas produksi gas hidrogen mencapai 17.370.808,2300 ton setiap tahunnya. Sementara itu penyediaan bahan baku gas karbon monoksida akan didukung oleh perusahaan gas nasional yaitu PT. Aneka Gas Industri dengan produksi CO sebesar 332.657,3425 ton/tahun. Namun dalam apabila dalam keadaan membutuhkan bahan baku tambahan atau cadangan, maka gas hidrogen dan karbon monoksida dapat dibeli dari Air Liquide Indonesia (ALINDO) yang berdiri di Cilegon, Banten.

#### 4.1.2 Pemasaran Produk

Sasaran pemasaran produk DME ini adalah untuk *blending* dengan LPG, sehingga dengan kata lain pemasaran DME ini bekerjasama dengan PT Pertamina dan perusahaan sejenis yang memiliki kebutuhan terhadap DME. Sementara untuk produk metanol dan CO<sub>2</sub> akan dijual ke perusahaan produksi pupuk dan amoniak seperti PT. Pupuk Kaltim.

#### 4.1.3 Utilitas

Penyediaan air untuk utilitas mudah dan murah karena kawasan ini dekat dengan laut . Sarana yang lain seperti bahan bakar dapat diperoleh dengan transportasi darat maupun transportasi air.

#### **4.1.4 Transportasi**

Sarana transportasi untuk keperluan bahan baku dapat dilakukan dengan cara pemipaan karena lokasi pabrik DME ini tidak jauh dengan pabrik penghasil bahan baku, sedangkan untuk pemasaran produk dapat ditempuh melalui jalur darat, laut maupun laut. Lokasi pabrik yang tidak jauh dari pelabuhan menjadi nilai tambah karena dapat dijadikan tempat berlabuh untuk kapal yang mengangkut produk. Dengan tersedianya sarana baik darat maupun air, maka diharapkan kelancaran kegiatan proses produksi, maupun pendistribusian produk.

#### **4.1.5 Tenaga Kerja**

Untuk tenaga kerja dengan kualitas tertentu dapat dengan mudah diperoleh meski tidak dari daerah setempat. Sedangkan untuk tenaga buruh diambil dari daerah setempat atau dari para pekerja pendatang.

#### **4.1.6 Faktor Penunjang Lain**

Kalimantan Timur merupakan kawasan industri yang kaya akan sumber daya alamnya, sehingga banyak perusahaan yang mendirikan usaha disekitarnya. Selain faktor geografis, sosial dan ekonomi, faktor khusus lain seperti ketersediaan bahan baku, air, lahan serta kestabilan iklim dan cuaca menjadi pertimbangan bahwa pabrik DME layak didirikan di daerah ini.



Gambar 4. 1 Peta rencana lokasi pabrik DME

## 4.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah tempat kedudukan dari unit-unit pabrik yang meliputi tempat bekerjanya karyawan, tempat peralatan, tempat penyimpanan bahan baku dan produk, dan sarana lain seperti utilitas, laboratorium, taman dan tempat parkir. Secara garis besar *lay out* pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama, yaitu :

### 4.2.1 Area Administrasi/Perkantoran dan Laboratorium

Area administrasi merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium sebagai pusat pengembangan, pengendalian kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses serta produk yang akan yang dijual.

#### **4.2.2 Area Proses dan Ruang Kontrol**

Merupakan area berdiri dan diletakkannya alat-alat proses. Ruang kontrol sebagai pusat pengendalian berlangsungnya proses.

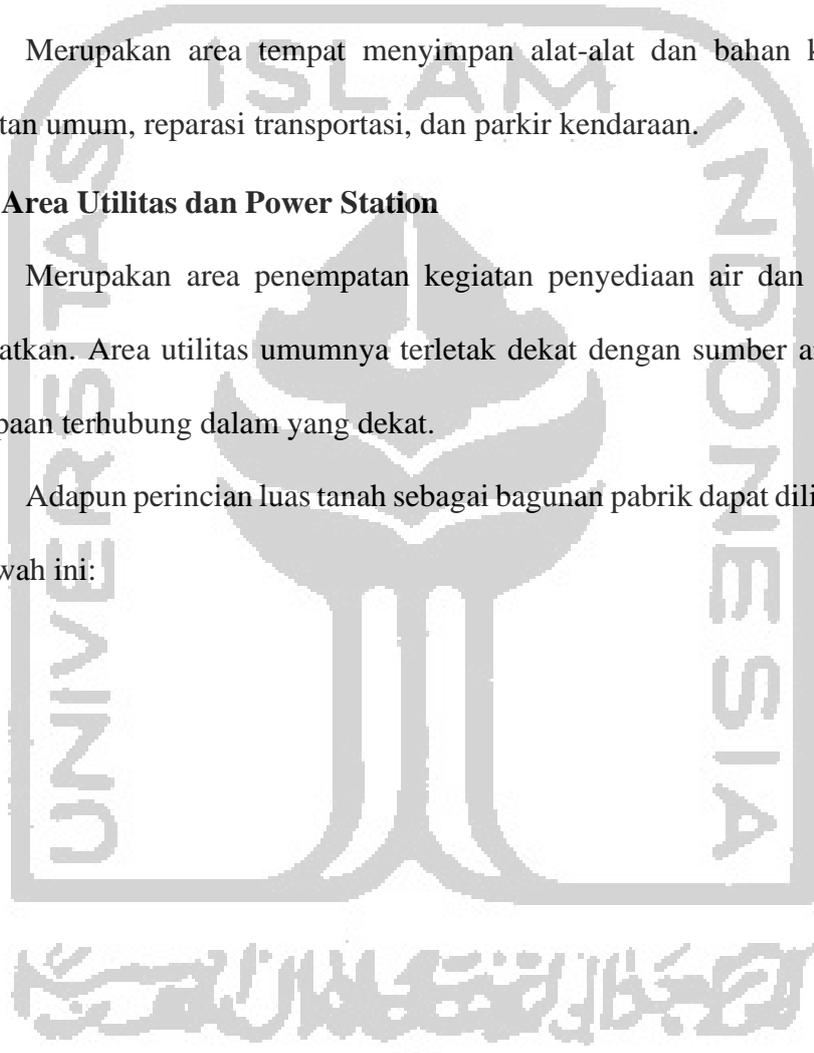
#### **4.2.3 Area Pergudangan, Umum, Bengkel dan Garasi**

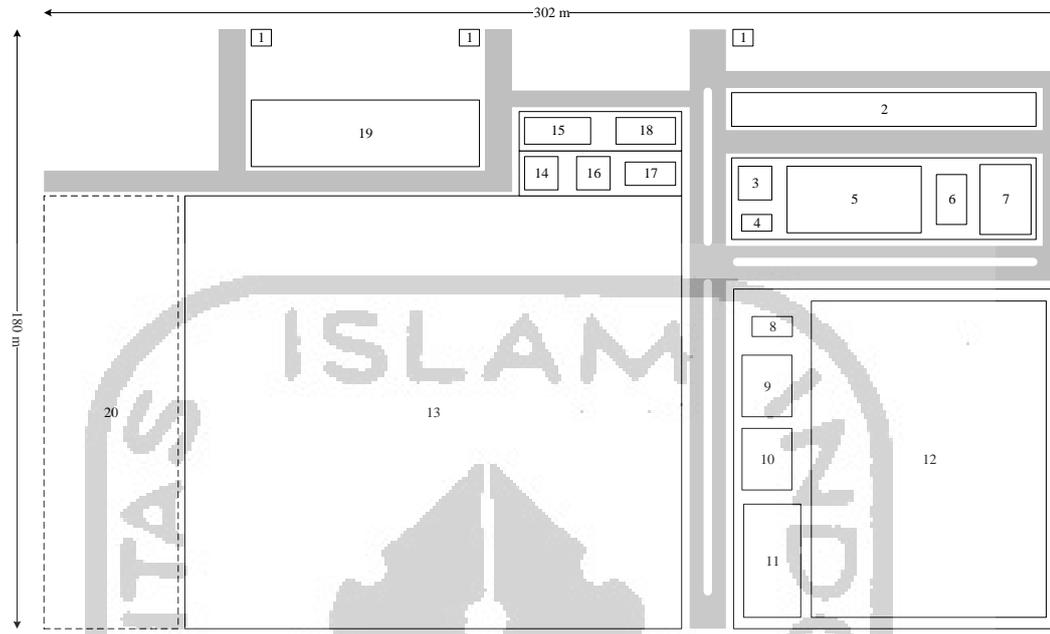
Merupakan area tempat menyimpan alat-alat dan bahan kimia, tempat kegiatan umum, reparasi transportasi, dan parkir kendaraan.

#### **4.2.4 Area Utilitas dan Power Station**

Merupakan area penempatan kegiatan penyediaan air dan tenaga listrik dipusatkan. Area utilitas umumnya terletak dekat dengan sumber air agar sistem pemipaan terhubung dalam yang dekat.

Adapun perincian luas tanah sebagai bangunan pabrik dapat dilihat pada tabel di bawah ini:





Gambar 4. 2 Layout Pabrik DME

Skala 1:2400

Keterangan:

- |                            |                          |
|----------------------------|--------------------------|
| 1. Pos jaga                | 13. Area proses          |
| 2. Mess karyawan           | 14. Bengkel              |
| 3. Perpustakaan            | 15. Ruang kendali proses |
| 4. Kantin                  | 16. Gudang kimia         |
| 5. Kantor                  | 17. Gudang peralatan     |
| 6. Poliklinik              | 18. Laboratorium         |
| 7. Masjid                  | 19. Parkir truk          |
| 8. Ruang kendali utilitas  | 20. Area perluasan       |
| 9. Unit K3                 |                          |
| 10. Unit pemadam kebakaran |                          |
| 11. Boiler                 |                          |
| 12. Area utilitas          |                          |

### **4.3. Tata Letak Alat Proses**

Terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan dalam perancangan tata letak peralatan proses, yaitu:

#### **4.3.1 Aliran Bahan Baku dan Produk**

Alur jalannya aliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi.

#### **4.3.2 Aliran Udara**

Kelancaran aliran udara proses di dalam dan sekitar area produksi merupakan indikator pengelolaan proses yang efektif dan efisien. Stagnasi aliran udara semaksimal mungkin harus dihindari untuk mengurangi resiko penumpukan dan akumulasi bahan kimia berbahaya termasuk di dalamnya bahan kimia beracun dan mudah terbakar yang secara langsung dapat membahayakan keselamatan para pekerja. Selain itu arah hembusan udara juga perlu diperhatikan agar peralatan proses dengan dimensi yang tinggi dapat diposisikan dengan tepat sehingga tidak terjadi kerusakan alat ketika terjadi perubahan kecepatan dan hembusan angin yang ekstrim.

#### **4.3.3 Pencahayaan**

Penerangan seluruh area pabrik harus dibuat agar hemat energi dan memadai. Pencahayaan juga perlu ditambahkan pada area yang beresiko menimbulkan kecelakaan sehingga keselamatan dan keamanan dapat terjaga.

#### **4.3.4 Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan**

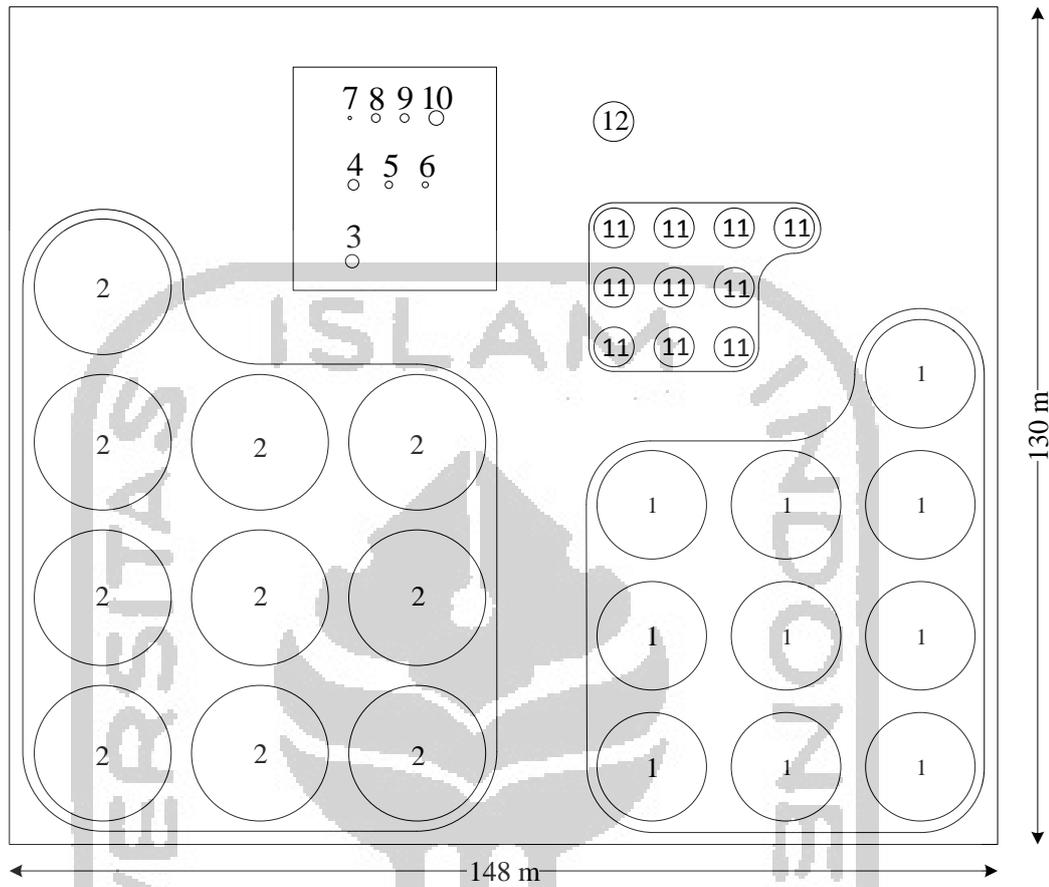
Dalam perancangan *lay-out* peralatan, bangunan dan area penunjang pabrik lainnya, lalu lintas kendaraan maupun manusia perlu diperhatikan agar kelancaran dan kemudahan pekerja mencapai alat proses maupun lokasi tertentu dalam pabrik menjadi mudah dan cepat. Pengaturan ini juga bertujuan untuk memungkinkan mobilitas pekerja dalam perbaikan kerusakan alat proses maupun renovasi bangunan berlangsung lebih cepat.

#### **4.3.5 Pertimbangan Ekonomi**

Faktor yang menjadi pertimbangan lain dalam penempatan lokasi alat-alat pabrik adalah biaya. Tata letak baik peralatan proses maupun bangunan maupun area penunjang pabrik harus dirancang sedemikian rupa untuk menekan biaya operasional selain itu juga memberikan kelancaran, keselamatan, serta keamanan selama proses produksi sehingga diperoleh keuntungan yang maksimal.

#### **4.3.6 Jarak Antar Alat Proses**

Pertimbangan jarak antar peralatan proses bertujuan untuk meminimalisasi kerugian akibat terjadi kecelekaan. Pada umumnya, peralatan proses yang beroperasi pada tekanan dan suhu yang tinggi diletakkan terpisah dari alat lainnya agar apabila terjadi kebakaran ataupun ledakan, kerusakan yang dihasilkan tidak berdampak langsung pada alat proses lainnya.



Gambar 4. 3 Lay-out alat proses

Keterangan:

Skala 1:1000

1. Tangki CO (T-101)

8. *Stripper* (T-104)

2. Tangki H<sub>2</sub> (T-102)

9. Mixer (M-101)

3. Reaktor (R-101)

10. *Separator* (S-102)

4. *Separator* (S-101)

11. Tangki DME (TK-103)

5. Menara Distilasi (T-102)

12. Tangki Metanol (TK-104)

6. Menara Distilasi (T-103)

7. *Absorber* (T-101)

## 4.4 Aliran Proses dan Material

### 4.4.1 Neraca Massa

#### 4.4.1.1 Neraca Massa Total

Tabel 4. 1 Neraca massa total

Komponen	Satuan	Input					Output				
		1	4	42	24	29	31	38	39	44	
H <sub>2</sub>	kg/jam	2561,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	799,61	
CO	kg/jam	0,00	17795,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	551,65	
CO <sub>2</sub>	kg/jam	0,00	0,00	0,00	81,94	0,00	0,00	5093,24	14,23	51,64	
CH <sub>3</sub> OCH <sub>3</sub>	kg/jam	0,00	0,00	0,00	9387,67	0,94	0,00	0,00	0,00	1440,50	
CH <sub>3</sub> OH	kg/jam	0,00	0,00	0,00	0,08	737,45	100,55	0,00	0,00	7,71	
H <sub>2</sub> O	kg/jam	0,00	0,00	1799,92	0,00	16,69	2068,89	83,31	1716,61	3,73	
Sub Total	kg/jam	2561,40	17795,13	1799,92	9469,70	755,07	2169,45	5176,55	1730,84	2854,84	
Total	kg/jam	22156,45			22156,45						

#### 4.4.1.2 Neraca Massa Alat

##### 1. Neraca Massa Reaktor (R-101)

Tabel 4. 2 Neraca massa Reaktor-01 (R-101)

Komponen	Laju alir, kg/jam		
	input		output
	3	6	7
H <sub>2</sub>	2561,40	0,00	799,61
CO	0,00	17795,13	551,65
CO <sub>2</sub>	0,00	0,00	5241,05
CH <sub>3</sub> OCH <sub>3</sub>	0,00	0,00	10829,11
CH <sub>3</sub> OH	0,00	0,00	845,80
H <sub>2</sub> O	0,00	0,00	2089,31
Sub Total	2561,40	17795,13	20356,53
Total	20356,53		20356,53

## 2. Neraca Massa Separator (S-101)

Tabel 4. 3 Neraca massa Separator-01 (S-101)

Komponen	Laju alir, kg/jam		
	input		output
	21	22	32
H <sub>2</sub>	799,61	0,00	799,61
CO	551,65	0,00	551,65
CO <sub>2</sub>	5241,05	81,94	5159,11
CH <sub>3</sub> OCH <sub>3</sub>	10829,11	9388,61	1440,50
CH <sub>3</sub> OH	845,80	838,08	7,71
H <sub>2</sub> O	2089,31	2085,58	3,73
Sub Total	20356,53	12394,22	7962,31
Total	20356,53	20356,53	

## 3. Neraca Massa Absorber (T-101)

Tabel 4. 4 Neraca massa Absorber-01 (T-101)

Komponen	Laju alir, kg/jam			
	input		output	
	32	43	33	44
H <sub>2</sub>	799,61	0,00	0,00	799,61
CO	551,65	0,00	0,00	551,65
CO <sub>2</sub>	5159,11	0,05	5107,52	51,64
CH <sub>3</sub> OCH <sub>3</sub>	1440,50	0,00	0,00	1440,50
CH <sub>3</sub> OH	7,71	0,00	0,00	7,71
H <sub>2</sub> O	3,73	9000,24	9000,24	3,73
C <sub>2</sub> H <sub>7</sub> NO	0,00	3857,25	3857,25	0,00
Sub Total	7962,31	12857,53	17965,01	2854,84
Total	20819,85		20819,85	

## 4. Neraca Massa Stripper (T-104)

Tabel 4. 5 Neraca massa Stripper-01 (T-104)

Komponen	Laju alir, kg/jam		
	input	output	
	35	36	40
CO <sub>2</sub>	5107,52	5107,47	0,05
H <sub>2</sub> O	9000,24	1799,92	7200,32
C <sub>2</sub> H <sub>7</sub> NO	3857,25	0,00	3857,25
Sub Total	17965,01	6907,39	11057,62
Total	17965,01	17965,01	

## 5. Neraca Massa Separator (S-102)

Tabel 4. 6 Neraca massa Separator-02 (S-102)

Komponen	Laju alir, kg/jam		
	input	output	
	37	38	39
CO <sub>2</sub>	5107,47	5093,24	14,23
H <sub>2</sub> O	1799,92	83,31	1716,61
Sub Total	6907,39	5176,55	1730,84
Total	6907,39	6907,39	

## 6. Neraca Massa Menara Distilasi (T-102)

Tabel 4. 7 Neraca massa Menara Distilasi-01 (T-102)

Komponen	Laju alir, kg/jam		
	input		output
	23	24	25
CO <sub>2</sub>	81,94	81,94	0,00
CH <sub>3</sub> OCH <sub>3</sub>	9388,61	9387,67	0,94
CH <sub>3</sub> OH	838,08	0,08	838,00
H <sub>2</sub> O	2085,58	0,00	2085,58
Sub Total	12394,22	9469,70	2924,52
Total	12394,22	12394,22	

## 7. Neraca Massa Menara Distilasi (T-103)

Tabel 4. 8 Neraca massa Menara Distilasi-02 (T-103)

Komponen	Laju alir, kg/jam		
	input		output
	27	28	30
CH <sub>3</sub> OCH <sub>3</sub>	0,94	0,94	0,00
CH <sub>3</sub> OH	838,00	737,45	100,55
H <sub>2</sub> O	2085,58	16,69	2068,89
Sub Total	2924,52	755,07	2169,45
Total	2924,52	2924,52	

## 8. Neraca Massa Mixer (M-101)

Tabel 4. 9 Neraca massa Mixer (M-101)

Komponen	Laju alir, kg/jam		
	input		output
	41	42	43
CO <sub>2</sub>	0,05	0,00	0,05
H <sub>2</sub> O	7200,32	1799,92	9000,24
C <sub>2</sub> H <sub>7</sub> NO	3857,25	0,00	3857,25
Sub Total	11057,62	1799,92	12857,53
Total	12857,53		12857,53

#### 4.4.2 Neraca Panas

##### 1. Neraca Panas Reaktor (R-101)

Tabel 4. 10 Neraca panas Reaktor-01 (R-101)

Komponen	Satuan	Input	Output
H <sub>2</sub>	kJ/jam	-5.644.854,9641	2.561.977,3249
CO	kJ/jam	-4.028.268,9130	128.871,3481
CO <sub>2</sub>	kJ/jam	0,0000	1.100.861,6780
CH <sub>3</sub> OCH <sub>3</sub>	kJ/jam	0,0000	4.185.876,7146
CH <sub>3</sub> OH	kJ/jam	0,0000	306.763,9819
H <sub>2</sub> O	kJ/jam	0,0000	885.825,7358
Panas Reaksi	kJ/jam	41.692.003,0056	
Pendingin	kJ/jam		22.848.702,3451
Total	kJ/jam	32.018.879,1284	32.018.879,1284

##### 2. Neraca Panas Absorber (T-101)

Tabel 4. 11 Neraca panas Absorber-01 (T-101)

Komponen	Satuan	Input		Output	
		Q1	Q2	Q3	Q4
H <sub>2</sub>	kJ/jam	40190,7677	0,0000	40190,7677	0,0000
CO	kJ/jam	2017,1388	0,0000	2017,1388	0,0000
CO <sub>2</sub>	kJ/jam	15884,2350	0,1572	158,9996	15725,3927
DME	kJ/jam	7295,3366	0,0000	7295,3366	0,0000
Methanol	kJ/jam	38,3817	0,0000	38,3817	0,0000
Water	kJ/jam	24,5361	145268,6762	24,5361	145268,6762
MEA	kJ/jam	0,0000	47062,2039	0,0000	47062,2039
Sub Total	kJ/jam	65450,3958	192331,0373	49725,1604	208056,2728
Total	kJ/jam	257781,4332		257781,4332	

## 3. Neraca Panas Separator (S-101)

Tabel 4. 12 Neraca panas Separator-01 (S-101)

Komponen	Satuan	Input	Output	
		Q1	Q2	Q3
H <sub>2</sub>	kJ/jam	40190,7677	40190,7677	0,0000
CO	kJ/jam	2017,1388	2017,1388	0,0000
CO <sub>2</sub>	kJ/jam	77647,3405	15884,2350	61763,1055
DME	kJ/jam	4039287,8516	7295,3366	4031992,5150
Methanol	kJ/jam	236396,2652	38,3817	236357,8835
Water	kJ/jam	554686,6610	24,5361	554662,1249
Sub Total	kJ/jam	4950226,0247	65450,3958	4884775,6289
Total	kJ/jam	4950226,0247	4950226,0247	

## 4. Neraca Panas Stripper (T-104)

Tabel 4. 13 Neraca panas Stripper-01 (T-104)

Komponen	Satuan	Input	Output
CO <sub>2</sub>	kJ/jam	67105,4425	-72171989,7602
Water	kJ/jam	465462,1615	4439020,6747
MEA	kJ/jam	19191,9730	160035,2849
Pemanas	kJ/jam	-138476652,2744	0,0000
Pendingin	kJ/jam	0,0000	-70351958,8970
Total	kJ/jam	-137924892,6975	-137924892,6975

## 5. Neraca Panas Separator (S-102)

Tabel 4. 14 Neraca panas Separator-02 (S-102)

Komponen	Satuan	Output		
		Input Q1	Q2	Q3
H <sub>2</sub>	kJ/jam	0,0000	0,0000	0,0000
CO	kJ/jam	0,0000	0,0000	0,0000
CO <sub>2</sub>	kJ/jam	22827,3202	22471,8340	355,4862
DME	kJ/jam	0,0000	0,0000	0,0000
Methanol	kJ/jam	0,0000	0,0000	0,0000
Water	kJ/jam	40529,6897	858,1494	39671,5403
Sub Total	kJ/jam	63357,0100	23329,9834	40027,0266
Total	kJ/jam	63357,0100	63357,0100	

## 6. Neraca Panas Menara Distilasi (T-102)

Tabel 4. 15 Neraca panas Menara Distilasi-01 (T-102)

Input		Output			
Komponen	kJ/jam	D		B	
		Komponen	kJ/jam	Komponen	kJ/jam
CO	0,00	CO	0,00	CO	0,00
H <sub>2</sub>	0,00	H <sub>2</sub>	0,00	H <sub>2</sub>	0,00
CO <sub>2</sub>	3,36	CO <sub>2</sub>	34,52	CO <sub>2</sub>	0,00
CH <sub>3</sub> OCH <sub>3</sub>	216,37	CH <sub>3</sub> OCH <sub>3</sub>	3661,42	CH <sub>3</sub> OCH <sub>3</sub>	3,30
CH <sub>3</sub> OH	18,24	CH <sub>3</sub> OH	0,03	CH <sub>3</sub> OH	2368,09
H <sub>2</sub> O	76,17	H <sub>2</sub> O	0,00	H <sub>2</sub> O	8952,54
HF	314,15	HD	3695,97	B	11323,93
F*HF	114324,19	D*HD	760034,37	B*HB	1607326,57
Pemanas	6207159,79	Pemanas	0,00		
Pendingin	0,00	Pendingin	3954123,05		
<b>Total</b>	<b>6321483,98</b>		<b>6321483,98</b>		

## 7. Neraca Panas Menara Distilasi (T-103)

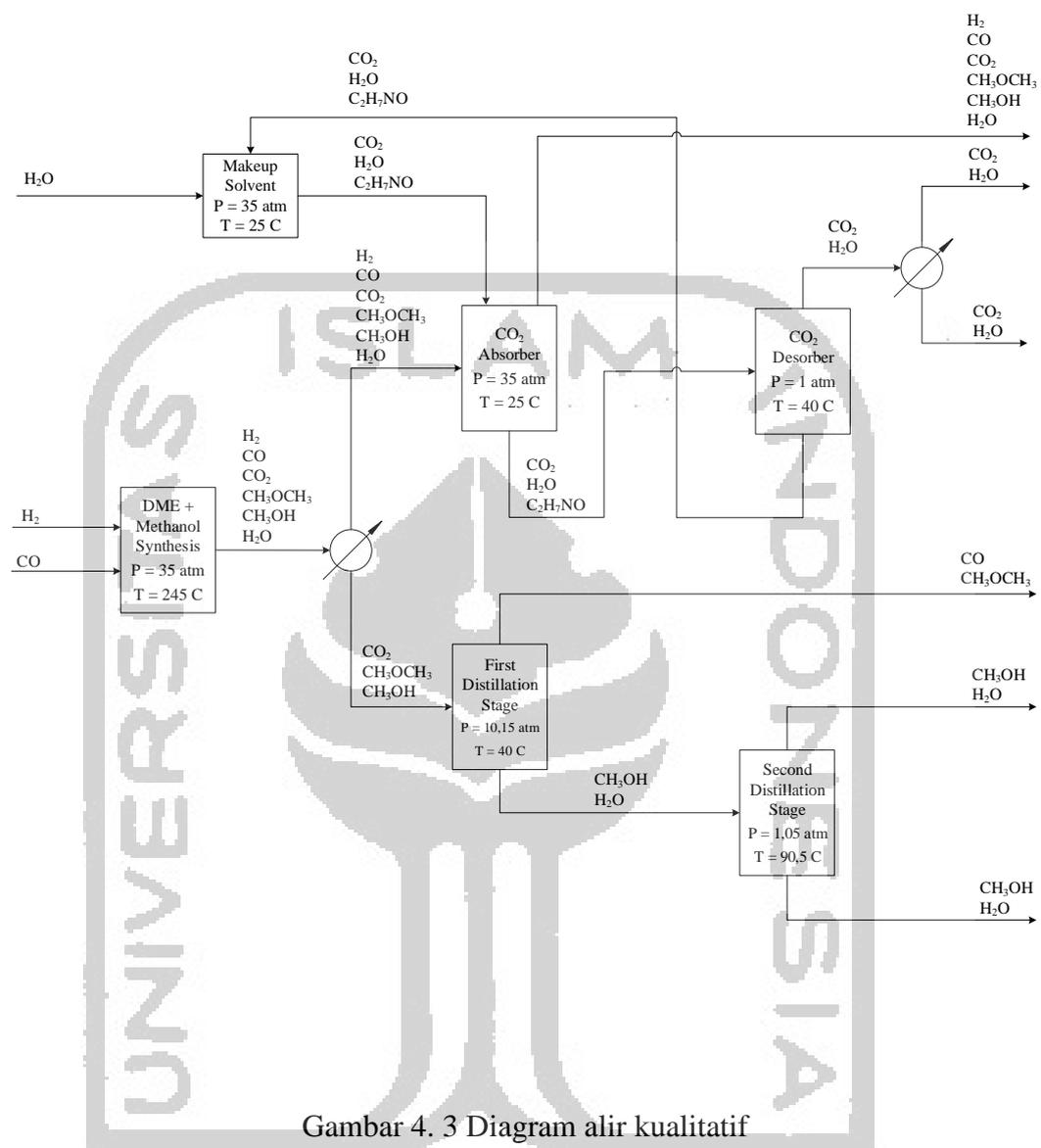
Tabel 4. 16 Neraca panas Menara Distilasi-02 (T-103)

Input		Output			
Komponen	kJ/jam	D		B	
		Komponen	kJ/jam	Komponen	kJ/jam
CO	0,00	CO	0,00	CO	0,00
H <sub>2</sub>	0,00	H <sub>2</sub>	0,00	H <sub>2</sub>	0,00
CO <sub>2</sub>	0,00	CO <sub>2</sub>	0,00	CO <sub>2</sub>	0,00
CH <sub>3</sub> OCH <sub>3</sub>	0,05	CH <sub>3</sub> OCH <sub>3</sub>	4,14	CH <sub>3</sub> OCH <sub>3</sub>	0,00
CH <sub>3</sub> OH	44,67	CH <sub>3</sub> OH	3077,49	CH <sub>3</sub> OH	169,30
H <sub>2</sub> O	186,52	H <sub>2</sub> O	117,07	H <sub>2</sub> O	5557,75
HF	231,25	HD	3198,70	B	5727,05
F*HF	84153,93	D*HD	76645,61	B*HB	682799,21
Pemanas	3553837,96	Pemanas		0,00	
Pendingin	0,00	Pendingin		2878547,08	
<b>Total</b>	<b>3637991,89</b>			<b>3637991,89</b>	

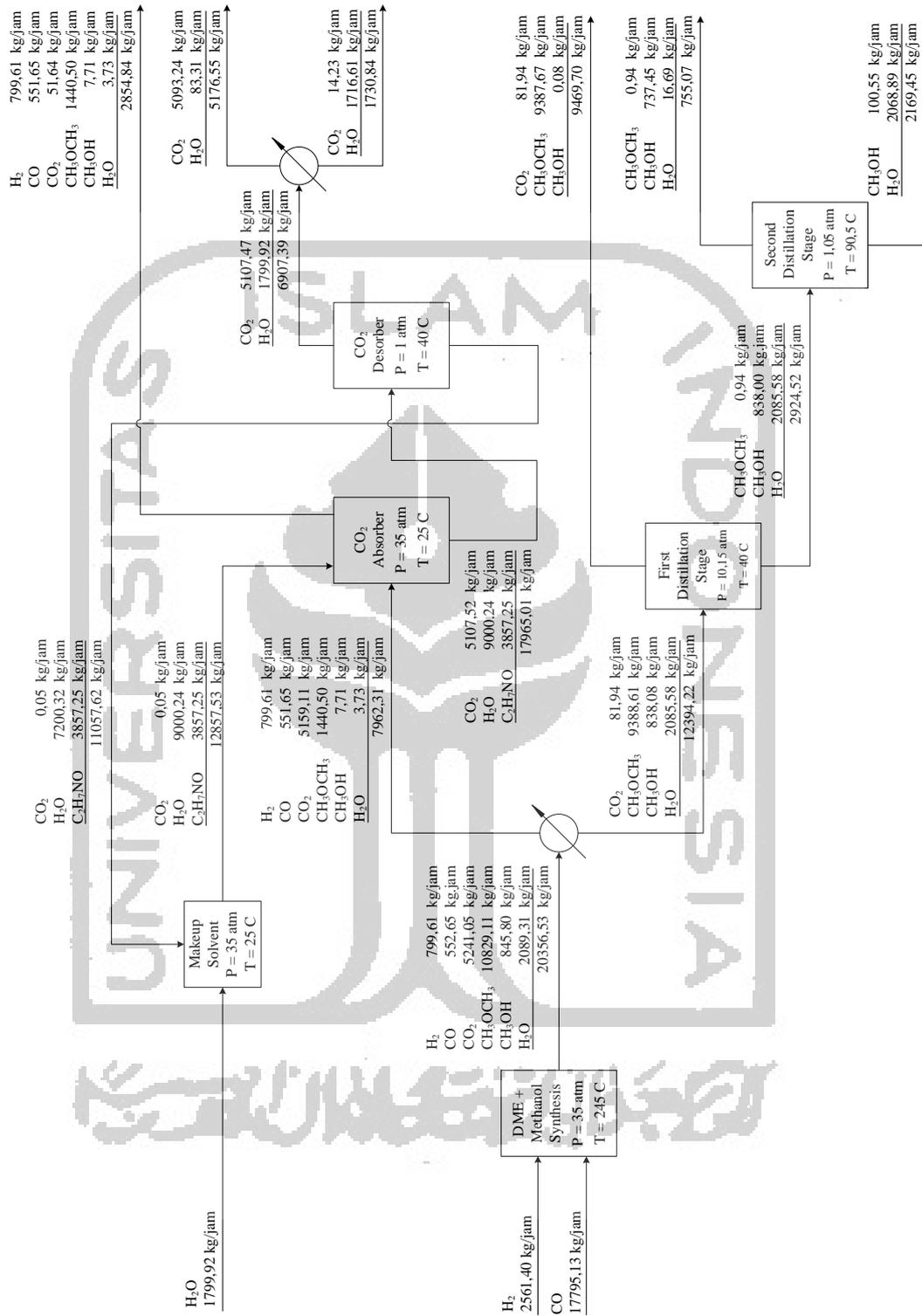
## 8. Neraca Panas Mixer (M-101)

Tabel 4. 17 Neraca panas Mixer (M-101)

Komponen	Satuan	Input		Output
		Q1	Q2	Q3
H <sub>2</sub>	kJ/jam	0,0000	0,0000	0,0000
CO	kJ/jam	0,0000	0,0000	0,0000
CO <sub>2</sub>	kJ/jam	0,1572	0,0000	0,1572
DME	kJ/jam	0,0000	0,0000	0,0000
Methanol	kJ/jam	0,0000	0,0000	0,0000
Water	kJ/jam	116217,0821	29051,5941	145268,6762
Sub Total	kJ/jam	116217,2394	29051,5941	145268,8334
Total	kJ/jam	145268,8334		145268,8334



Gambar 4. 3 Diagram alir kualitatif



Gambar 4. 4 Diagram alir kuantitatif

## 4.2 Perawatan (Maintenance)

Perawatan (*maintenance*) berguna untuk menjaga sarana atau fasilitas peralatan pabrik beroperasi optimal dan dengan produktifitas tinggi dengan pemeliharaan dan perbaikan alat sehingga akan tercapai target produksi dan spesifikasi produk yang diharapkan.

Perawatan preventif dilakukan setiap hari untuk menjaga dari kerusakan alat dan kebersihan lingkungan alat. Sedangkan perawatan periodik dilakukan secara terjadwal sesuai dengan buku petunjuk yang ada. Penjadwalan tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga alat-alat mendapat perawatan khusus secara bergantian. Alat-alat memproduksi secara kontinyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan.

Perawatan alat-alat proses dilakukan dengan prosedur yang tepat. Hal ini dapat dilihat dari penjadwalan yang dilakukan pada setiap alat. Perawatan mesin tiap-tiap alat meliputi :

1. *Over head* 1 x 1 tahun

Merupakan perbaikan dan pengecekan serta leveling alat secara keseluruhan meliputi pembongkaran alat, pergantian bagian-bagian alat yang sudah rusak, kemudian kondisi alat dikembalikan seperti kondisi semula.

2. *Repairing*

Merupakan kegiatan perawatan yang bersifat memperbaiki bagian-bagian alat. Hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan. Faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance*:

a. Umur alat

Semakin tua umur alat semakin banyak pula perawatan yang harus diberikan yang menyebabkan bertambahnya biaya perawatan.

b. Bahan baku

Penggunaan bahan baku yang kurang berkualitas akan menyebabkan kerusakan alat sehingga alat akan lebih sering dibersihkan sehingga memperngaruhi umur alat.

c. Tenaga Manusia

Pemanfaatan tenaga kerja terdidik, terlatih dan berpengalaman akan menghasilkan pekerjaan yang baik pula.

#### 4.6 Pelayanan Teknik (Utilitas)

Utilitas adalah sekumpulan unit-unit atau bagian dari sebuah pabrik kimia yang berfungsi untuk menyediakan kebutuhan penunjang proses produksi. Unit utilitas keberadaannya sangat penting dan harus ada dalam perancangan suatu pabrik. Unit utilitas pabrik tidak semuanya sama. Semua itu tergantung dari beberapa faktor, diantaranya karakteristik proses produksi, kompleksitas proses produksi, proses-proses penunjang yang ada di dalam pabrik dan jenis produk yang dihasilkan.

Unit pendukung proses (unit utilitas) yang tersedia dalam perancangan pabrik dimetil eter ini terdiri dari:

1. Unit pengolahan air

Unit ini berfungsi menyediakan air pendingin, air umpan boiler termasuk air sanitasi untuk air perkantoran dan perumahan.

2. Unit penyediaan steam

Unit ini berfungsi menyediakan panas yang digunakan di heat exchanger dan reboiler.

3. Unit penyediaan listrik

Unit ini berfungsi menyediakan tenaga penggerak untuk peralatan proses, keperluan pengolahan air, peralatan-peralatan elektronik atau listrik AC, dan penerangan. Listrik diperoleh dari PLN dan Generator Set sebagai cadangan apabila PLN mengalami gangguan.

4. Unit penyediaan bahan bakar

Unit ini berfungsi menyediakan bahan bakar untuk *Boiler* dan *Generator*.

5. Unit penyediaan udara tekan

Unit ini berfungsi menyediakan udara tekan untuk menjalankan sistem instrumentasi. Udara tekan diperlukan untuk alat kontrol pneumatik.

#### **4.6.1 Unit Penyediaan Air dan Pengolahan Air (Water Supply Section)**

##### **4.6.1.1 Unit Penyedia Air**

Ketersediaan air termasuk ke dalam salah satu unsur pendukung yang penting terhadap kelangsungan proses di industri kimia. Sehingga unit penyediaan

air dibuat khusus dibagian utilitas demi menjaga kontinuitas proses. Unit ini bertugas sebagai penyedia air untuk keperluan industri maupun rumah tangga. Untuk memenuhi kebutuhan akan air tersebut maka digunakan berbagai sumber mata air seperti sumur, air laut, air danau maupun air laut. Sebagai sumber air baku untuk proses maka pabrik produksi Dimetil Eter ini menggunakan air yang berasal dari air laut Nyerakat yang berada disebelah tenggara lokasi berdirinya perusahaan. Adapun pertimbangan dalam menggunakan air laut Nyerakat sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah:

1. Pengolahan air laut relatif lebih mudah, sederhana, dan biaya pengolahan relatif murah serta debit air lebih besar dibandingkan dengan air laut.
2. Air laut merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi jika dibandingkan dengan air sumur, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.
3. Letak laut berada dekat dengan pabrik.

Air laut akan digunakan untuk keperluan dilingkungan pabrik sebagai:

1. Air pendingin

Air laut dijadikan air pendingin untuk alat proses berdasarkan faktor berikut:

- a. Air merupakan bahan yang mudah didapatkan dalam jumlah yang besar dengan biaya yang murah.
- b. Air mudah dikendalikan dan dikerjakan

- c. Mampu menyerap panas per satuan volume yang tinggi (koefisien transfer panas yang tinggi)
- d. Tidak mudah menyusut dengan adanya perubahan suhu pendingin
- e. Tidak terdekomposisi atau terurai

Air ini dimanfaatkan sebagai fluida pendinginan pada alat proses seperti cooler, kondenser maupun campuran pelarut pada menara absorpsi. Pertimbangan yang perlu diperhatikan dalam pengolahan air pendingin:

1. Kesadahan (*hardness*) yang dapat menyebabkan kerak.
2. Besi yang dapat menimbulkan korosi.
3. Minyak yang dapat menyebabkan terbentuknya lapisan *film* yang mengakibatkan terganggunya koefisien transfer panas serta menimbulkan endapan.

## 2. Air Umpan *Boiler*

Kriteria air yang digunakan sebagai umpan boiler (*boiler feed water*) harus memenuhi standar sebagai berikut:

- a. Tidak berbuih (berbusa)

Busa disebabkan adanya *solid matter*, *suspended matter*, dan kebasaan yang tinggi. Keberadaan busa pada air dapat menyebabkan kerugian diantaranya adalah sukar dalam pembacaan tinggi *liquid* dalam *boiler* dan juga buih ini dapat menyebabkan percikan yang kuat serta dapat mengakibatkan penempelan padatan yang menyebabkan terjadinya korosi apabila terjadi pemanasan lanjut.

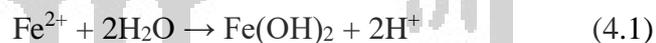
Untuk mengatasi hal-hal di atas maka diperlukan pengontrolan terhadap kandungan lumpur, kerak, dan alkanitas air umpan *boiler*.

b. Tidak membentuk kerak dalam *boiler*

Kerak dalam *boiler* dapat menyebabkan isolasi terhadap proses perpindahan panas terhambat dan kerak yang terbentuk dapat pecah sehingga dapat menimbulkan kebocoran.

c. Tidak menyebabkan korosi pada pipa

Korosi pada pipa disebabkan oleh pH rendah, minyak dan lemak, bikarbonat, dan bahan organik serta gas-gas H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, yang terlarut dalam air. Reaksi elektro kimia antar besi dan air akan membentuk lapisan pelindung anti korosi pada permukaan baja.

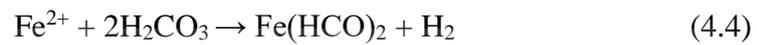


Jika terdapat oksigen dalam air, maka lapisan hidrogen yang terbentuk akan bereaksi dan membentuk air. Akibat hilangnya lapisan pelindung tersebut maka terjadi korosi menurut reaksi berikut :



Bikarbonat dalam air akan membentuk CO<sub>2</sub> yang bereaksi dengan air karena pemanasan dan tekanan. Reaksi tersebut menghasilkan asam karbonat yang dapat bereaksi dengan metal dan besi membentuk garam bikarbonat. Adanya pemanasan garam

bikarbonat menyebabkan pembentukan CO<sub>2</sub> kembali. Berikut adalah reaksi yang terjadi :



### 3. Air Sanitasi

Air sanitasi pada pabrik digunakan untuk keperluan laboratorium, pemadam kebakaran, kantor, konsumsi, mandi, mencuci, taman dan lainnya. Berikut adalah persyaratan yang harus dipenuhi dalam penggunaan sebagai air sanitasi:

#### a. Syarat Fisika

Secara sifat fisika air sanitasi tidak boleh berwarna dan berbau, kekeruhan SiO<sub>2</sub> kurang dari 1 ppm dan pH netral, dan tingkat kekeruhan <1 NTU (*Normally Turbidity Unit*).

#### b. Syarat Kimia

Secara sifat kimia air sanitasi tidak boleh mengandung bahan beracun dan tidak mengandung zat-zat organik maupun anorganik yang tidak larut dalam air seperti PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, Hg, Cu, dan sebagainya.

#### c. Syarat Bakteriologis

Secara biologi air sanitasi tidak mengandung bakteri terutama bakteri *pathogen* yang dapat merubah sifat fisis air.

#### 4.6.1.2 Unit Pengolahan Air

Dalam proses pengolahan air untuk kebutuhan produksi termasuk rumah tangga perlu ada tahapan pemurnian agar air yang digunakan sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan. Berikut tahapan proses pengolahan air yang berasal dari air laut

##### 1. Penyaringan awal/*Screening*

Sebelum diolah, air dari laut harus melalui tahapan penyaringan awal agar proses selanjutnya dapat berlangsung dengan lancar. Air laut dilewatkan *bar screen* (penyaringan awal) berfungsi untuk menahan kotoran-kotoran yang berukuran besar seperti kayu, ranting, daun, sampah dan sebagainya. Kemudian air yang telah terpisah dari kotoran kasar tersebut dialirkan ke bak pengendap.

##### 2. Bak pengendap (BSU-01)

Air laut setelah melalui *bar screen* dialirkan ke bak pengendap awal. Untuk mengendapkan lumpur dan kotoran air laut yang tidak lolos dari penyaring awal (*screen*). Kemudian dialirkan ke bak pengendap yang dilengkapi dengan pengaduk.

##### 3. *Reverse Osmosis*

Sebelum diolah, air laut tersebut harus melalui tahapan osmosis terbalik yang berfungsi untuk menyaring molekul dan ion-ion berukuran besar dengan cara memberikan tekanan pada larutan tersebut sehingga terjadi perpindahan massa karena ada perbedaan tekanan.

#### 4. Premix Tank (TU-01)

Air setelah melalui bak pengendap awal kemudian dialirkan ke bak penggumpal untuk menggumpalkan koloid-koloid tersuspensi dalam cairan (larutan) yang tidak mengendap di bak pengendap dengan cara menambahkan senyawa kimia. Umumnya flokulan yang biasa digunakan adalah Tawas atau alum ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Adapun reaksi yang terjadi dalam bak penggumpal adalah:



#### 5. Clarifier (CLU-01)

*Raw water* diumpankan ke tangki terlebih dahulu dan kemudian diaduk dengan kecepatan tinggi serta ditambahkan bahan-bahan kimia selama pengadukan tersebut. Bahan-bahan kimia yang digunakan adalah:

- a.  $\text{Al}_2(\text{SO}_4) \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  yang berfungsi sebagai koagulan.
- b.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  yang berfungsi sebagai flokulan.

Pada *clarifier* lumpur dan partikel padat lain diendapkan dengan diinjeksi alum ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4) \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ) sebagai koagulan yang membentuk flok. Selain itu ditambahkan NaOH sebagai pengatur pH. Air baku dialirkan ke bagian tengah *clarifier* untuk diaduk. Selanjutnya air bersih akan keluar melalui pinggiran *clarifier* sebagai *overflow*, sedangkan flok yang terbentuk atau *sludge* akan mengendap dengan adanya gaya

gravitasi dan proses *blowdown* secara berkala dengan waktu yang telah ditentukan. Air baku yang belum di proses memiliki *turbidity* sekitar 42 ppm. Setelah keluar *clarifier* kadar *turbidity* akan turun menjadi kurang dari 10 ppm.

6. *Sand Filter* (SFU-01)

Air hasil dari *clarifier* dialirkan menuju *sand filter* untuk memisahkan dengan partikel – partikel padatan yang terbawa. Air yang mengalir keluar dari *sandfilter* akan memiliki kadar *turbidity* sekitar 2 ppm. Air tersebut dialirkan menuju tangki penampung (*filter water reservoir*) yang kemudian didistribusikan menuju menara air dan unit demineralisasi. *Back washing* pada *sand filter* dilakukan secara berkala dengan tujuan menjaga kemampuan penyaringan alat.

7. Bak Penampungan Sementara (BSU-02)

Air yang telah sampai pada tahap filtrasi partikel-partikel halus dan telah mencukupi baku mutu air untuk didistribusikan untuk keperluan domestik, unit pendinginan air dan unit pembangkit *steam* akan ditampung ke dalam bak penampungan sementara.

8. Tangki Klorinator (TU-02)

Air setelah melalui bak penampung dialirkan ke tangki Klorinator (TU-02). Air harus ditambahkan dengan klor atau kaporit untuk membunuh kuman dan mikroorganismenya seperti amoeba, ganggang dan

lain-lain yang terkandung dalam air sehingga aman untuk dikonsumsi bagi keperluan domestik.

#### 9. Kation *Exchanger* (KEU-01)

Air dari bak penampung (BU-02) berfungsi sebagai *make up boiler*, selanjutnya air diumpankan *kation exchanger* (KEU-01). Tangki ini berisi resin pengganti kation-kation yang terkandung dalam air diganti ion  $H^+$  sehingga air yang akan keluar dari *kation exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion  $H^+$ .

#### 10. Anion *Exchanger* (AEU-01)

Air yang keluar dari tangki *kation exchanger* (KEU) kemudian diumpankan *anion exchanger* (AEU). AEU berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut dalam air dengan resin yang bersifat basa, sehingga anion-anion seperti  $CO_3^{2-}$ ,  $Cl^-$ , dan  $SO_4^{2-}$  akan terikat dengan resin. Dalam waktu tertentu, anion resin akan jenuh sehingga perlu diregenerasikn kembali dengan larutan NaOH.

#### 11. Unit Deaerator (DAU-01)

*Deaerasi* adalah proses pembebasan air umpan *boiler* dari gas-gas yang dapat menimbulkan korosi pada *boiler* seperti *oksigen* ( $O_2$ ) dan *karbon dioksida* ( $CO_2$ ). Air yang telah mengalami demineralisasi (*kation exchanger* dan *anion exchanger*) dipompakan menuju *deaerator*. Pada pengolahan air untuk (terutama) *boiler* tidak boleh mengandung gas terlarut dan padatan terlarut, terutama yag dapat menimbulkan korosi.

Unit *deaerator* ini berfungsi menghilangkan gas  $O_2$  dan  $CO_2$  yang dapat menimbulkan korosi. Di dalam *deaerator* diinjeksikan bahan kimia berupa hidrazin ( $N_2H_2$ ) yang berfungsi untuk mengikat  $O_2$  sehingga dapat mencegah terjadinya korosi pada *tube boiler*. Air yang keluar dari *deaerator* dialirkan dengan pompa sebagai air umpan *boiler* (*boiler feed water*).

## 12. Bak Air Pendingin (BU-03)

Pendingin yang digunakan dalam proses sehari-hari berasal dari air yang telah digunakan dalam pabrik kemudian didinginkan dalam *cooling tower*. Kehilangan air karena penguapan, terbawa udara maupun dilakukannya *blowdown* akan digantikan dengan air yang disediakan di bak air bersih. Air pendingin harus mempunyai sifat-sifat yang tidak korosif, tidak menimbulkan kerak, dan tidak mengandung mikroorganisme yang bisa menimbulkan lumut.

Untuk mengatasi hal tersebut diatas, maka kedalam air pendingin diinjeksikan bahan-bahan kimia sebagai berikut:

- a. Fosfat, berguna untuk mencegah timbulnya kerak.
- b. Klorin, untuk membunuh mikroorganisme.
- c. Zat *dispersant*, untuk mencegah timbulnya penggumpalan

Selain itu, untuk meningkatkan efisiensi dan kontinuitas penggunaan air pendingin, maka air yang berasal dari alat pendingin akan *direcycle* ke *cooling tower* kembali.

### 4.6.1.3 Kebutuhan Air

#### 1. Kebutuhan Air Pembangkit Steam

Tabel 4. 18 Kebutuhan air pembangkit steam

No	Nama alat	Kode alat	Jumlah (kg/jam)
1	Heater-01	E-101	6.105
2	Heater-02	E-102	6.105
Total			12.210

Kebutuhan air *make up* yang dihitung berdasarkan jumlah air blowdown dan steam trap, sehingga kebutuhan air umpan *boiler* untuk kebutuhan *make up* yang harus disediakan sebesar 4.884 kg/jam.

#### 2. Kebutuhan Air Pendingin

Tabel 4. 19 Kebutuhan air pendingin

No	Nama alat	Kode alat	Jumlah (kg/jam)
1	Kondenser-01	E-103	156.851
2	Absorber-01	T-101	9.000
3	Kondenser-02	E-104	75.558
4	Cooler -03	E-106	8.635
5	Kondenser-03	E-107	55.005
6	Cooler-04	E-108	664
Total			305.713

Kebutuhan air *make up* berdasarkan jumlah air yang menguap ( $W_e$ ) sebesar 23.451 kg/jam, *blowdown* ( $W_b$ ) sebesar 23.378 kg/jam, dan air yang terbawa aliran keluar tower ( $W_d$ ) sebesar 74 kg/jam. Jadi jumlah air *make up* yang harus disediakan sebesar 46.903 kg/jam.

### 3. Kebutuhan Air Perkantoran dan Rumah Tangga

Tabel 4. 20 Kebutuhan air perkantoran dan rumah tangga

No	Penggunaan	Jumlah (kg/hari)
1	Karyawan	7.500
2	Bengkel	200
3	Poliklinik	300
4	Laboratorium	500
5	Pemadam Kebakaran	1000
6	Kantin, dan Masjid	1500
7	Mess tempat tinggal	6.000
Total		17.000

#### 4.6.2 Unit Pembangkit Steam (Steam Generation System)

Unit pembangkit *steam* berfungsi untuk memenuhi kebutuhan *steam* pada proses produksi dengan cara menyediakan *steam* untuk *heater* dengan spesifikasi sebagai berikut:

Kapasitas : 14.651 kg/jam  
 Jenis : *Water Tube Boiler*  
 Jumlah : 1 buah

Sebelum air dari *water treatment plant* digunakan sebagai umpan *boiler*, mula-mula air umpan boiler dihilangkan dulu kesadiahannya dengan cara melewatkan ke dalam *ion exchanger* dan *daerator* terlebih dahulu.

Selain dihilangkan kesadiahannya, air umpan *boiler* diatur pula pH dari air yaitu sekitar 10,5 – 11,5 untuk mengurangi kadar senyawa korosif. Air dialirkan ke dalam *economizer* sebelum dialirkan masuk ke dalam *boiler* yaitu suatu alat penukar panas dengan tujuan pemanfaatan panas dari gas

sisa pembakaran residu dari *boiler*. Pada *economizer* air dipanaskan hingga suhu 100°C sebelum dialirkan menuju *boiler*. Api yang keluar dari *burner* berfungsi untuk memanaskan lorong api dari pipa– pipa api. Gas dari sisa pembakaran tersebut dialirkan menuju *economizer* sebelum dibuang melalui cerobong asap. Setelah uap air yang terkumpul mencapai tekanan 15 atm dan suhu 205°C, uap tersebut dialirkan menuju *steam header* untuk didistribusikan menuju alat–alat proses.

Untuk menjalankan operasi *boiler* ini dibutuhkan bahan bakar dengan panas yang harus diberikan sebesar 566.474 kJ/jam sehingga digunakan bahan bakar berjenis *fuel oil number 4* dengan *heating value* 30.170 kJ/L. Untuk kebutuhan bahan bakar yang akan digunakan yaitu sebesar 19 L/jam. Cara kerja pada bahan bakar *fuel oil* ini adalah pemanasan yang terjadi akibat pembakaran antara percampuran bahan bakar cair (solar,IDO, residu, kerosin) dengan oksigen dan sumber panas.

#### 4.6.3 Unit Pembangkit Listrik

Kebutuhan listrik pada pabrik pembuatan DME diperoleh melalui 2 sumber, yaitu Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU). Generator turbin berfungsi sebagai tenaga cadangan ketika PLN terjadi gangguan dan untuk menggerakkan alat–alat yang membutuhkan energi listrik seperti kompresor, pompa, dan alat-alat instrumentasi.

Generator diesel menggunakan bahan bakar solar yang dicampur udara dan dikompresi di dalam mesin untuk menghasilkan panas. Panas yang dihasilkan dikonversi menjadi daya untuk memutar poros engkol dan dihubungkan dengan generator sehingga dapat menghasilkan energi listrik. Tenaga listrik PLN digunakan untuk memenuhi keseluruhan kebutuhan listrik pabrik. Energi listrik dari generator diesel digunakan sebagai sumber energi listrik utama untuk penerangan dan menggerakkan alat proses ketika listrik padam.

Berikut adalah spesifikasi generator diesel yang digunakan:

Kapasitas = 500 kW

Jumlah = 1 buah

Berikut adalah rincian kebutuhan listrik:

1. Kebutuhan Listrik Alat Proses

Tabel 4. 21 Kebutuhan listrik alat proses

No	Nama alat	Kode alat	Power (HP)
1	Pompa-01	P-101	0,5
2	Pompa-02	P-102	0,75
3	Pompa-03	P-103	0,50
4	Pompa-04	P-104	0,17
5	Pompa-05	P-105	30,00
6	Mixer-01	M-101	7,5
Total			39,42

## 2. Kebutuhan Listrik Utilitas

Tabel 4. 22 Kebutuhan listrik utilitas

No	Nama alat	Kode alat	Power (HP)
1	Pompa Utilitas-01	PU-01	20
2	Pompa Utilitas-02	PU-02	150
3	Pompa Utilitas-03	PU-03	15
4	Pompa Utilitas-04	PU-04	1,5
5	Pompa Utilitas-05	PU-05	5
6	Pompa Utilitas-06	PU-06	5
7	Pompa Utilitas-07	PU-07	0,5
8	Pompa Utilitas-08	PU-08	0,25
9	Pompa Utilitas-09	PU-09	0,25
10	Pompa Utilitas-10	PU-10	0,25
16	Kompresor	CU-101	3
Total			200,75

## 3. Kebutuhan Listrik Alat Kontrol, Kantor, dan Rumah Tangga

Kebutuhan listrik total yang dibutuhkan pada pabrik DME ini adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 23 Total kebutuhan listrik

No	Keperluan	Daya (HP)
1	Alat Proses	39,42
2	Utilitas	264
3	Alat Kontrol	13
4	Listrik AC	33
5	Listrik Penerangan	20
6	Laboraturium dan Bengkel	13
Total		343

Dengan memperkirakan faktor daya generator listrik sebesar 80%, maka beban generator listrik yang harus dipenuhi adalah sebesar 429 HP atau 320 kW.

#### 4.6.4 Unit Penyedia Udara Tekan

Udara tekan digunakan sebagai penggerak alat-alat kontrol dan bekerja secara *pneumatis*. Jumlah udara tekan yang dibutuhkan diperkirakan 39 m<sup>3</sup>/jam pada tekanan 6 atm. Alat pengadaan udara tekan menggunakan kompresor.

#### 4.6.5 Unit Penyedia Bahan Bakar

Bahan bakar digunakan untuk keperluan pembakaran pada boiler dan diesel untuk generator pembangkit listrik. Bahan bakar boiler menggunakan *fuel oil* sebanyak 10.539 kg/jam, sedangkan bahan bakar diesel menggunakan solar sebanyak 344 kg/jam.

#### 4.6.6 Unit Penyedia Monoethanolamine (MEA)

Bahan kimia penyerap yang digunakan sebagai pelarut di dalam menara Absorpsi-01 adalah Monoetanolamin (MEA) dengan kemurnian 99,99%. MEA diumpankan bersama dengan air dengan perbandingan komposisi air 70% w/w sementara MEA 30% w/w. MEA yang diperlukan sebanyak 4.254 kg/jam.

#### 4.6.8 Spesifikasi Alat Utilitas

##### 1. *Screening* (Saringan) (FU-01)

Fungsi : Menyaring kotoran yang berukuran besar seperti daun, ranting, peranti keras, kayu dan lain-lain.

Jenis : *Bar Screen* berbahan Alumunium

Kapasitas : 541.102 kg/jam

Dimensi : Diamter saringan = 0,01 m

Lebar = 3,048 m

Panjang = 2,4384 m

### 2. Bak Pengendap Awal (BSU-101)

Fungsi : Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air laut dengan proses sedimentasi

Jenis : Bak persegi dengan beton bertulang

Kapasitas : 323.515 kg/jam

Dimensi : Tinggi = 8 m

Lebar = 33 m

Panjang = 17 m

### 3. *Reverse Osmosis* (ROU-101)

Fungsi : Menyaring molekul besar dan ion suatu larutan dengan memeberikan tekanan

Jenis : *Spiral wound with 90-mil flow channel*

Kapasitas : 330.177 L/jam

Dimensi : Jumlah membran = 6

Jumlah *housing* = 20

*Area per pressure vessel* = 1.100 m<sup>2</sup>

#### 4. Clarifier (TU-102)

Fungsi : Mengendapkan kotoran yang berupa disperse koloid dalam air dengan menambahkan koagulan untuk menggumpalkan kotoran

Jenis : Bak *clarifier*

Kapasitas : 324.304 kg/jam

Dimensi : Diameter = 10 m

Tinggi = 10 m

#### 5. Tangki Kesadahan (TU-101)

Fungsi : Mencampurkan larutan Alum 5% dan CaOH 5%

Jenis : Tangki silinder berpengaduk

Kapasitas : 323.515 kg /jam

Dimensi : Tinggi = 3,5 m

Diameter = 3,5 m

Panjang = 28,1823 m

### 6. *Sand Filter* (SFU-101)

Fungsi : Menyaring sisa-sisa kotoran yang masih terdapat dalam air terutama kotoran berukuran kecil yang tidak mengendap dalam clarifier.

Jenis : Kolom dengan saringan pasir

Kapasitas : 323.515 kg/jam

Dimensi : Luas tampang kolom = 79 m<sup>2</sup>

Tinggi = 4 m

Diameter = 10 m

### 7. Bak Penampung Sementara (BSU-102)

Fungsi : Menampung sementara air dari *sand filter*

Jenis : Bak persegi terbuka dengan rangka beton dan dilapisi dengan porselin

Kapasitas : 323.515 kg/jam

Dimensi : Tinggi = 5 m

Lebar = 5 m

Panjang = 9 m

## 8. Tangki Klorinasi (TU-103)

Fungsi : Mencampurkan Klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan rumah tangga

Jenis : Tangki silinder berpengaduk

Kapasitas : 17.000 kg /hari

Dimensi : Tinggi = 0,95 m

Diameter = 0,95 m

## 9. Kation Exchanger (KEU-101)

Fungsi : Menurunkan kesadahan air umpan boiler

Jenis : *Down Flow Cation Exchanger*

Kapasitas : 12.210 kg/jam

Dimensi : Tinggi kolom= 1,56 m

Diameter = 1,59 m

## 10. Anion Exchanger (AEU-101)

Fungsi : Menghilangkan anion dari air keluaran KEU

Jenis : *Down Flow Anion Exchanger*

Kapasitas : 12.210 kg/jam

Dimensi : Tinggi kolom= 1,2 m

Diameter = 1,23 m

### 11. Tangki Air Umpan Boiler (TU-107)

Fungsi : Mencampurkan kondensat sirkulasi dan *make up* air umpan boiler sebelum dimasukkan ke Boiler

Jenis : Tangki silinder tegak

Kapasitas : 14.651 kg/jam

Dimensi : Tinggi = 3,55 m

Diameter = 1,77 m

### 12. *Cooling Tower* (CTU-01)

Fungsi : Mendinginkan kembali air pendingin yang telah dipergunakan untuk disirkulasi (didinginkan) kembali.

Jenis : *Deck Tower*

Kapasitas : 367.864 kg/jam

Dimensi : Luas area = 58 m<sup>2</sup>

Tinggi = 4,63 m

## 13. Boiler (BU-101)

Fungsi : Membuat Steam Jenuh pada Tekanan 11,85 atm

Jenis : *Water Tube Boiler*

Beban panas : 385.514.075 kJ/jam

Kapasitas : 132.933 kg/jam

Suhu : 200 °C

Tekanan : 11,8 atm

## 14. Tangki Bahan Bakar (TU-111)

Fungsi : Menampung kebutuhan bahan bakar boiler

Jenis : Tangki silinder tegak dengan *conical roof* dan *flat bottom*

Kapasitas : 6.308 L/2 minggu

Dimensi : Tinggi = 2,2 m

Diameter = 2,2 m



## 15. Pompa Utilitas-01 (PU-01)

Tugas : Mengalirkan air laut menuju BPA

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 323.515 kg/jam

Tenaga Pompa : 17HP

Power motor : 20 HP

Efisiensi motor : 0,88

## 16. Pompa Utilitas-02 (PU-02)

Tugas : Mengalirkan air dari BPA menuju *reverse osmosis*

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 323.515 kg/jam

Tenaga Pompa : 224 HP

Power motor : 150 HP

Efisiensi motor : 0,90

## 17. Pompa Utilitas-03 (PU-03)

Tugas : Mengalirkan air dari Reservoir (R-01) menuju Bak Koagulasi dan Flokulasi (BU-01)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 232.963 kg/jam

Tenaga Pompa : 10,5204 HP

Power motor : 15 HP

Efisiensi motor : 0,86

#### 18. Pompa Utilitas-04 (PU-04)

Tugas : Mengalirkan air dari Tangki Alum (TU-01)  
ke Bak Koagulasi dan Flokulasi (BU-01)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 13,3069 kg/jam

Tenaga Pompa : 0,0007 HP

Power motor : 0,5 HP

Efisiensi motor : 0,85

#### 19. Pompa Utilitas-05 (PU-05)

Tugas : Mengalirkan air dari Bak Koagulasi dan  
Flokulasi (BU-01) ke Bak Pengendap I (BU-  
02)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 232.963 kg/jam

Tenaga Pompa : 17,1835 HP

Power motor : 20 HP

Efisiensi motor : 0,87

#### 20. Pompa Utilitas-06 (PU-06)

Tugas : Mengalirkan air dari Bak Pengendap I (BU-02) menuju Bak Pengendap II (BU-03)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 221.315 kg/jam

Tenaga Pompa : 11,7247 HP

Power motor : 15 HP

Efisiensi motor : 0,86

#### 21. Pompa Utilitas-07 (PU-07)

Tugas : Mengalirkan air dari Bak Pengendap II (BU-03) ke *Sand Filter* (FU-01)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 210.249 kg/jam

Tenaga Pompa : 15,6109 HP

Power motor : 20 HP

Efisiensi motor : 0,85

#### 22. Pompa Utilitas-08 (PU-08)

Tugas : Mengalirkan air dari *Sand Filter* (FU-01) ke Bak Penampungan Sementara (BU-04)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 199.727 kg/jam

Tenaga Pompa : 4,2241 HP

Power motor : 5 HP

Efisiensi motor : 0,86

### 23. Pompa Utilitas-09 (PU-09)

Tugas : Mengalirkan air dari Bak Penampungan Sementara (BU-04) menuju ke area kebutuhan air

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 199.737 kg/jam

Tenaga Pompa : 0,5044 HP

Power motor : 0,75 HP

Efisiensi motor : 0,82

### 24. Pompa Utilitas-10 (PU-10)

Tugas : Mengalirkan kaporit dari Tangki Kaporit (TU-03) ke Tangki Klorinasi (TU-02)

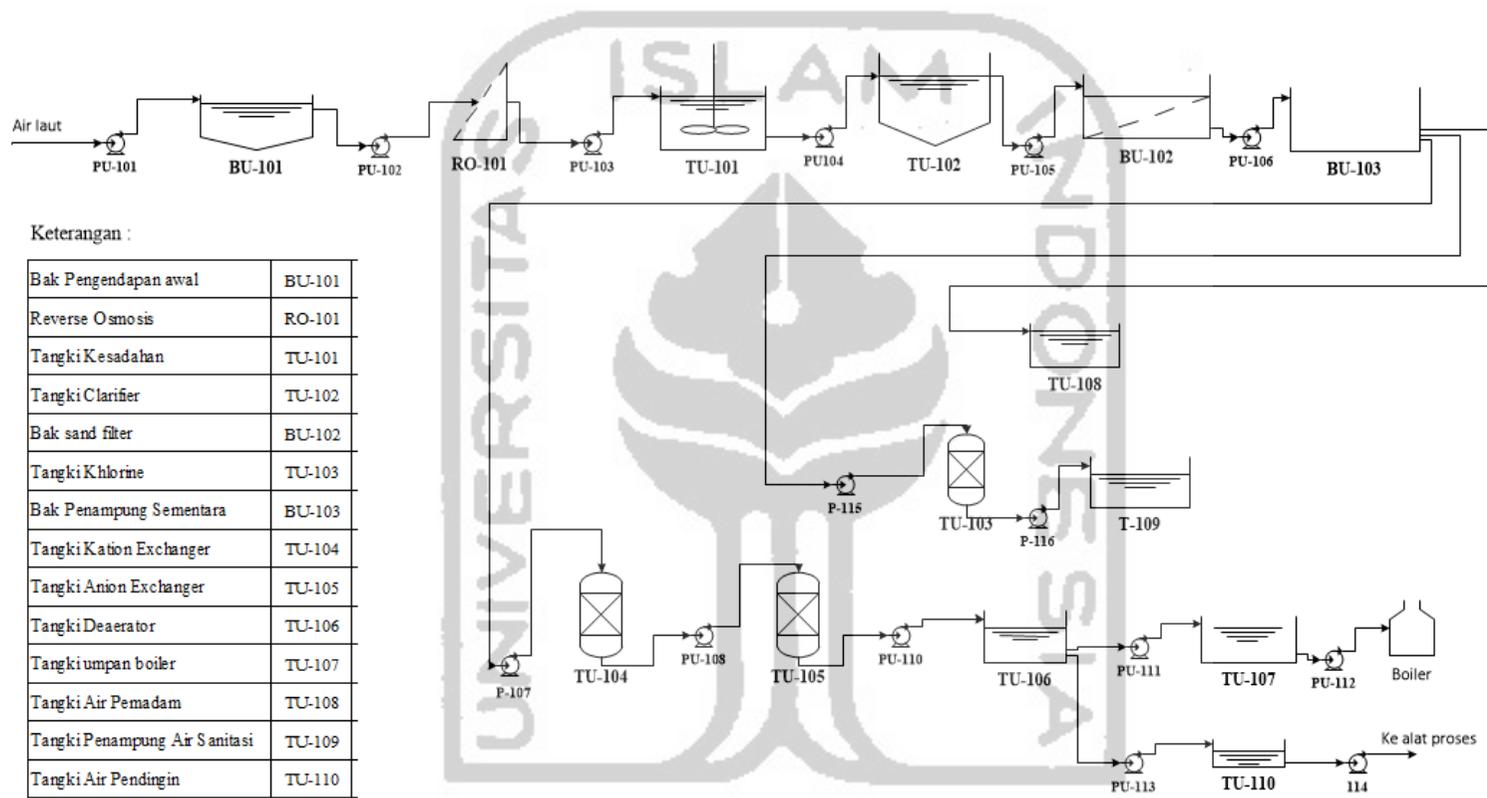
Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 0,1565 kg/jam

Tenaga Pompa : 0,00000269 HP

Power motor : 0,5 HP

Efisiensi motor : 0,80

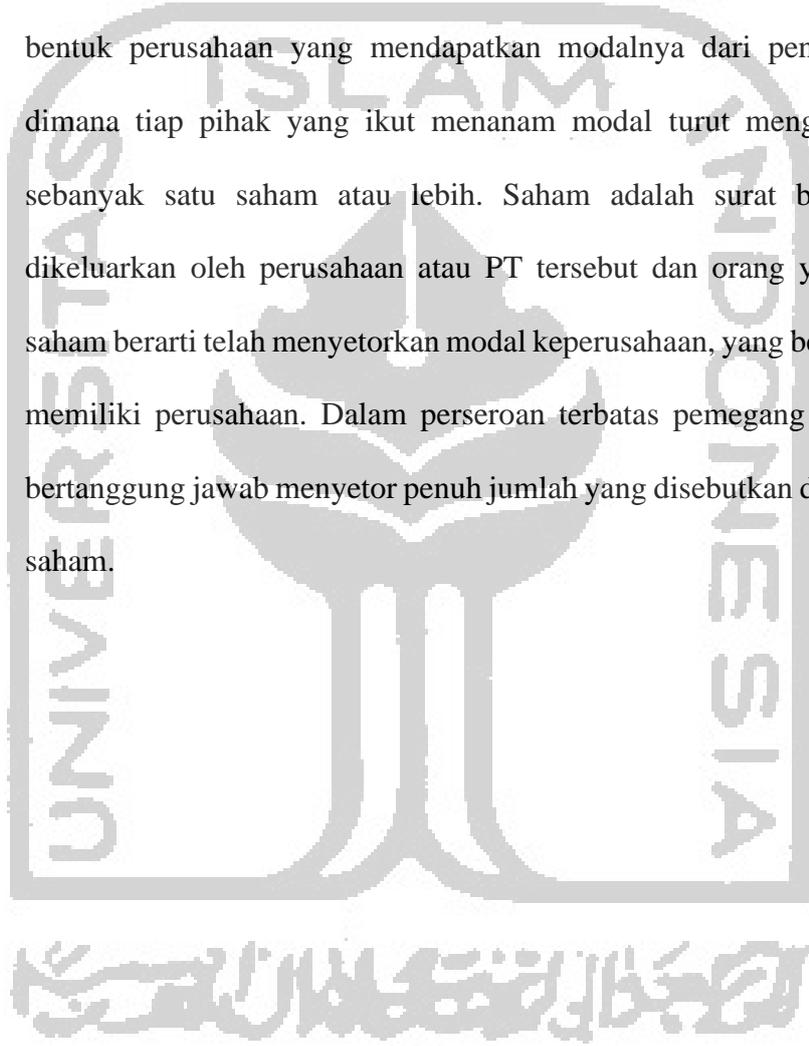


Gambar 4. 5 Diagram alir pengolahan air

## 4.7 Struktur Organisasi

### 4.7.1 Bentuk Perusahaan

Bentuk perusahaan yang direncanakan pada perancangan pabrik DME ini adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan terbatas merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap pihak yang ikut menanam modal turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan atau PT tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal keperusahaan, yang berarti pula ikut memiliki perusahaan. Dalam perseroan terbatas pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap-tiap saham.

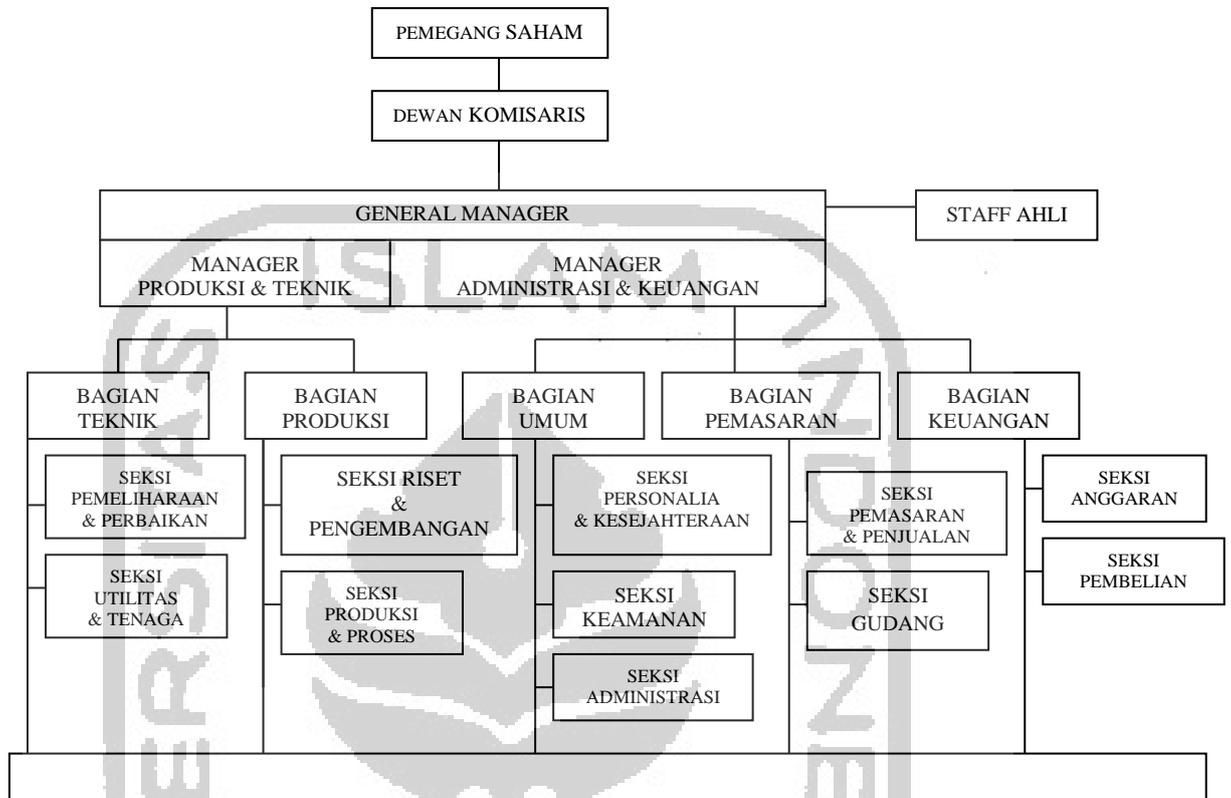


#### 4.7.2 Struktur Organisasi

Dalam rangka menjalankan suatu proses pabrik dengan baik dalam hal ini di suatu perusahaan, diperlukan suatu manajemen atau organisasi yang memiliki pembagian tugas dan wewenang yang baik. Struktur organisasi dari suatu perusahaan dapat bermacam-macam sesuai dengan bentuk dan kebutuhan dari masing-masing perusahaan. Jenjang kepemimpinan dalam perusahaan ini adalah sebagai berikut :

- a. Pemegang saham
- b. Dewan komisaris
- c. Direktur Utama
- d. Direktur
- e. Kepala Bagian
- f. Kepala Seksi
- g. Karyawan dan Operator

Tanggung jawab, tugas dan wewenang dari masing-masing jenjang kepemimpinan berbeda-beda. Tanggung jawab, tugas serta wewenang tertinggi terletak pada puncak pimpinan yaitu dewan komisaris. Sedangkan kekuasaan tertinggi berada pada rapat umum pemegang saham



Gambar 4. 6 Struktur Organisasi

### 4.7.3 Tugas dan Wewenang

#### 4.7.3.1 Pemegang Saham

Pemegang saham (pemilik perusahaan) adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk perseroan terbatas adalah rapat umum pemegang saham. Pada rapat umum tersebut para pemegang saham:

1. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris.
2. Mengangkat dan memberhentikan direktur.
3. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

#### 4.7.3.2 Dewan Komisaris

Dewan komisaris sebagai wakil dari para pemegang saham dan semua keputusan dipegang dan ditentukan oleh rapat persero. Biasanya yang menjadi ketua dewan komisaris adalah ketua dari para pemegang saham yang dipilih dari rapat umum pemegang saham.

Tugas dan wewenang dewan komisaris :

1. Memilih dan memberhentikan Manager
2. Mengawasi Manager
3. Menyetujui atau menolak rencana kerja yang diajukan oleh Manager
4. Mempertanggungjawabkan perusahaan kepada pemegang saham.

### 4.7.3.3 General Menager

General Manager merupakan pimpinan perusahaan yang bertanggungjawab kepada dewan komisaris dan membawahi :

- Manager Administrasi
- Manager Produksi

Tugas dan wewenang Manager utama :

- a. Bertanggungjawab kepada dewan komisaris.
- b. Menetapkan kebijaksanaan, peraturan, dan tata tertib perusahaan.
- c. Mengatur dan mengawasi keuangan perusahaan.
- d. Mengangkat dan memberhentikan pegawai.
- e. Bertanggungjawab atas kelancaran jalannya perusahaan.

### 4.7.3.4 Manager

Disamping Manager utama tersebut ada juga Assisten General Manager dan dua Manager yaitu, manager produksi dan manager administrasi, yang tugasnya yaitu :

1. Assisten General Manager

Bertugas mengurus segala permasalahan dan proses yang terjadi di perusahaan. Sedang untuk permasalahan yang menyangkut hubungan dengan perusahaan lain ditangani oleh General Manager.

2. Manager Produksi

Manager produksi bertanggungjawab pada manager utama dalam hal :

- Pengawasan dan peningkatan mutu produksi

- Perencanaan jadwal produksi dan penyediaan sarana produksi
- Pengawasan peralatan pabrik
- Perbaikan pemeliharaan alat-alat administrasi

### 3. Manager Administrasi dan keuangan

Manager keuangan bertanggungjawab kepada Manager utama dalam hal :

- Biaya perusahaan
- Laba ruginya perusahaan
- Neraca Keuntungan
- Administrasi perusahaan
- Perencanaan pemasaran dan penjualan

#### 4.7.3.5 Kepala Bagian (Kabag)

Terdiri dari :

- Kabag produksi
- Kabag QC / QA
- Kabag keuangan
- Kabag umum
- Kabag pemasaran

Tugas umum kepala bagian adalah :

1. Menjalankan organisasi / mengatur / mengkoordinasi / mengawasi pekerja
  - pekerja seksi dibawahnya.
2. Bertanggungjawab atas kerja seksi-seksi dibawahnya
3. Membuat laporan berkala dari seksi-seksi dibawahnya

4. Mengajukan saran-saran / pertimbangan-pertimbangan mengenai usaha perbaikan kepala seksi.

Tugas khusus kepala bagian :

1. Kepala Bagian QC / QA

Mengusahakan dan menjaga kelancaran operasi disegala bidang produksi seperti pemenuhan prosedur kerja *job description* tiap pegawai, menentukan proses yang harus dikerjakan dan menjaga kualitas produk.

2. Kepala bagian produksi

Menyelenggarakan dan mengembangkan produksi dengan cara yang ekonomis dalam batas kualitas yang direncanakan oleh perusahaan disamping secara periodik menganalisa kualitas produk dan bahan baku.

3. Kepala bagian umum

Melaksanakan dan mengatur segala sesuatu yang berkaitan dengan urusan personalia, secretariat perusahaan dan *security*.

4. Kepala bagian keuangan

Merencanakan, menyelenggarakan dan mengevaluasi hasil operasi keuangan.

#### 4.7.3.6 Staf Bagian

Tugas umum kepala seksi:

1. Melakukan tugas operasional dalam bidang masing-masing
2. Melaksanakan rencana yang telah ditetapkan Direksi

3. Bertanggung jawab atas kelancaran / keserasian kerja dari tiap bagian yang dipegang.

Tugas khusus staf bagian:

1. Bagian produksi dan proses

Melaksanakan proses produksi sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan, dan mengadakan kegiatan agar proses produksi dapat berlangsung dengan baik, mulai dari bahan baku masuk sampai produk akhir.

2. Bagian personalia

Mengembangkan dan menyelenggarakan kebijaksanaan dan program perusahaan dalam bentuk tenaga kerja yang baik dan memuaskan.

3. Bagian keamanan

Melaksanakan dan mengatur hal-hal yang berkaitan dengan keamanan perusahaan.

4. Bagian administrasi

Melaksanakan dan mengatur administrasi dan inventarisasi perusahaan

5. Bagian pemasaran dan penjualan

Melaksanakan dan mengatur penjualan produksi kepada konsumen. Dalam hal ini Manager Utama berperan dalam menentukan kebijaksanaan perusahaan.

#### 6. Bagian gudang

Melaksanakan penyimpanan dan pengeluaran serta mengamankan bahan baku / bahan pembantu, dan mengatur serta melaksanakan penyimpanan, penerimaan serta pengiriman produksi kepada konsumen.

#### 7. Bagian administrasi

Mengadakan pembukuan dan mengadakan dana keuangan yang cukup dengan mendayagunakan modal dan mengamankan fisik keuangan.

#### 8. Bagian pembelian

Mengadakan pembelian dan persediaan dari semua peralatan beserta *sparepart* dan semua bahan-bahan untuk keperluan produksi dengan memperhatikan mutu, harga dan jumlah yang tepat.

#### 4.7.4 Pembagian Jam Kerja

Pabrik DME dari *syn-gas* ini akan beroperasi 330 hari selama satu tahun dalam 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan merupakan hari libur digunakan untuk perbaikan, perawatan atau *turn around*. Pembagian jam kerja karyawan digolongkan menjadi dua golongan, yaitu:

- a. Pegawai non shift yang bekerja selama 6 jam dalam seminggu dengan total kerja 40 jam per minggu. Sedangkan hari minggu dan hari besar libur. Pegawai non shift termasuk karyawan tidak langsung menangani operasi pabrik yaitu direktur, kepala departemen, kepala divisi,

karyawan kantor atau administrasi, dan divisi-divisi di bawah tanggung  
 jawan non teknik atau yang bekerja di pabrik dengan jenis pekerjaan  
 tidak kontinu. Berikut adalah ketentuan jam kerja pegawai non shift:

Senin- Kamis : 07.00 - 16.00 (istirahat 12.00 – 13.00)

Jum'at : 07:00 – 16:00 (istirahat 11:00 – 13:00)

Sabtu : 07:00 – 12:00

Minggu : Libur, termasuk hari libur nasional

b. Pegawai shift bekerja 24 jam perhari yang terbagi dalam 3 shift.

Karyawan shift adalah karyawan yang langsung menangani proses  
 operasi pabrik yaitu kepala shift, operator, karyawan-karyawan shift,  
 gudang serta keamanan dan keselamatan kerja. Berikut adalah  
 ketentuan jam kerja pegawai shift sebagai berikut:

Shift I : 08.00 - 16.00

Shift II : 16.00 - 24.00

Shift III : 24.00- 08.00

Jadwal kerja terbagi menjadi empat minggu dan empat kelompok.

Setiap kelompok kerja mendapatkan libur satu kali dari tiga kali shift.

Berikut adalah jadwal kerja karyawan shift:

Tabel 4. 24 Jadwal Kerja Karyawan Shift

Regu	Hari											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	III	III	III	■	I	I	I	II	II	II	■	■
B	■	I	I	I	II	II	II	■	■	III	III	III
C	I	II	II	II	■	■	III	III	III	■	I	I
D	II	■	■	III	III	III	■	I	I	I	II	II

Keterangan :

A,B,C,D : Kelompok kerja *shift*



: Libur

#### 4.7.5 Sistem Gaji dan Fasilitas Karyawan

##### 4.7.5.1 Sistem Gaji Karyawan

Sistem pembagian gaji pada perusahaan terbagi menjadi 3 jenis yaitu:

a. Gaji Bulanan

Gaji yang diberikan kepada pegawai tetap dengan jumlah sesuai peraturan perusahaan.

b. Gaji Harian

Gaji yang diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

c. Gaji Lembur

Gaji yang diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja pokok.

Berikut adalah perincian jumlah dan gaji karyawan sesuai dengan jabatan:

Tabel 4. 25 Daftar gaji karyawan

<b>Jabatan</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Gaji per Bulan (Rp)</b>	<b>Total Gaji per Tahun (Rp)</b>
General Manager	1	70.000.000	840.000.000
Asisten General Manager	1	50.000.000	600.000.000
Manager Produksi dan Teknik	1	25.000.000	300.000.000
Manager Administrasi dan Keuangan	1	25.000.000	300.000.000
Ka. Bag. Produksi dan Teknik	2	25.000.000	600.000.000
Ka. Bag. Administrasi dan Keungan	3	25.000.000	900.000.000
Ka. Sek. Administrasi dan Keungan	7	15.000.000	1.260.000.000
Ka. Sek. Produksi dan Teknik	4	15.000.000	720.000.000
Karyawan Proses	24	8.000.000	2.304.000.000
Karyawan Laboratorium	8	7.000.000	672.000.000
Karyawan Utilitas	12	7.000.000	1.008.000.000
Karyawan Pemeliharaan	12	5.000.000	720.000.000
Karyawan Pembelian	6	8.000.000	576.000.000
Karyawan Gudang	12	5.000.000	720.000.000
Karyawan Pemasaran	8	5.500.000	528.000.000
Karyawan Administrasi	8	6.000.000	576.000.000
Karyawan Personalia	4	6.000.000	288.000.000
Karyawan Keamanan	12	5.000.000	720.000.000
Tenaga Medis	8	9.000.000	864.000.000
<i>Cleaning Service</i>	12	4.000.000	576.000.000
Sopir	4	4.000.000	192.000.000
<b>Total</b>	<b>150</b>	<b>329.500.000</b>	<b>15.264.000.000</b>

#### 4.7.5.2 Kesejahteraan Karyawan

Peningkatan efektifitas kerja pada perusahaan dilakukan dengan cara pemberian fasilitas untuk kesejahteraan karyawan. Upaya yang dilakukan selain memberikan upah resmi adalah memberikan beberapa fasilitas lain kepada setiap tenaga kerja berupa:

1. Fasilitas cuti tahunan selama 12 hari.
2. Fasilitas cuti sakit berdasarkan surat keterangan dokter.

3. Tunjangan hari raya dan bonus berdasarkan jabatan.
4. Pemberian *reward* bagi karyawan yang berprestasi.
5. Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja lebih dari jumlah jam kerja pokok.
6. Fasilitas asuransi tenaga kerja, meliputi tunjangan kecelakaan kerja dan tunjangan kematian bagi keluarga tenaga kerja yang meninggal dunia baik karena kecelakaan sewaktu bekerja.
7. Pelayanan kesehatan berupa biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit akibat kecelakaan kerja.
8. Penyediaan kantin, tempat ibadah, dan sarana olah raga.
9. Penyediaan seragam dan alat-alat pengaman (sepatu dan sarung tangan).
10. *Family Gathering Party* (acara berkumpul semua karyawan dan keluarga) setiap satu tahun sekali.

#### 4.8 Evaluasi Ekonomi

Analisa ekonomi berfungsi untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan atau tidak dan layak atau tidak layak jika didirikan.

Perhitungan evaluasi ekonomi meliputi:

1. Modal (*Capital Investment*)
  - a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
  - b. Modal kerja (*Working Capital Investment*)

2. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)
  - a. Biaya produksi langsung (*Direct Manufacturing Cost*)
  - b. Biaya produksi tak langsung (*Indirect Manufacturing Cost*)
  - c. Biaya tetap (*Fixed Manufacturing Cost*)
3. Pengeluaran Umum (*General Cost*)
4. Analisa Kelayakan Ekonomi
  - a. *Percent Return on invesment* (ROI)
  - b. *Pay out time* (POT)
  - c. *Break event point* (BEP)
  - d. *Shut down point* (SDP)
  - e. *Discounted cash flow* (DCF)

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial didirikan atau tidak maka dilakukan analisis kelayakan.

Beberapa analisis untuk menyatakan kelayakan:

- a. *Percent Return on Investment* (ROI)

*Percent Return on Investment* merupakan perkiraan laju keuntungan tiap tahun yang dapat mengembalikan modal yang diinvestasikan.

- b. *Pay Out Time* (POT)

*Pay Out Time* adalah jumlah tahun yang telah berselang sebelum didapatkan sesuatu penerimaan melebihi investasi awal

atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya capital investment dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.

c. *Break Even Point* (BEP)

*Break Even Point* adalah titik impas dimana tidak mempunyai suatu keuntungan/kerugian.

d. *Shut Down Point* (SDP)

Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain *Variable Cost* yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan keuntungan).

e. *Discounted Cash Flow*

Analisis kelayakan ekonomi dengan menggunakan “*Discounted Cash Flow*” merupakan perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun didasarkan pada jumlah investasi yang tidak kembali pada setiap tahun selama umur ekonomi. *Rated of return based on discounted cash flow* adalah laju bunga maksimal di mana suatu pabrik atau proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.

#### 4.8.1 Penaksiran Harga Alat

Harga peralatan proses selalu mengalami perubahan setiap tahun tergantung pada kondisi ekonomi yang ada. Untuk mengetahui harga

peralatan yang ada sekarang, dapat ditaksir dari harga tahun lalu berdasarkan indeks harga. Berikut adalah indeks harga yang di dalam teknik kimia disebut CEP indeks atau *Chemical Engineering Plant Cost Index* (CEPCI).

Tabel 4. 26 *Chemical Engineering Plant Cost Index*

No	Tahun (Xi)	Indeks (Yi)
1	1991	361,30
2	1992	358,20
3	1993	359,20
4	1994	368,10
5	1995	381,10
6	1996	381,70
7	1997	386,50
8	1998	389,50
9	1999	390,60
10	2000	394,10
11	2000	394,30
12	2001	390,40

(Sumber: Tabel 6-2 Peters and Timmerhaus, ed.5, 2003)

Untuk memperkirakan harga alat, ada dua persamaan pendekatan yang dapat digunakan. Harga alat pada tahun pabrik didirikan dapat ditentukan berdasarkan harga pada tahun referensi dikalikan dengan rasio index harga. (Aries & Newton, 1955)

$$E_x = E_y \frac{N_x}{N_y}$$

Dimana : Ex : Harga alat pada tahun x  
 Ey : Harga alat pada tahun y  
 Nx : Index harga pada tahun x  
 Ny : Index harga pada tahun y

Untuk menentukan nilai indeks CEP berdasarkan dari harga yang sudah ada seperti yang dikemukakan oleh Peters dan Timmerhaus tahun 2003 serta data-data yang diperoleh dari [www.matche.com/equipcost](http://www.matche.com/equipcost). Berdasarkan data nilai CEP indeks yang ada kemudian dilakukan perhitungan menggunakan metode regresi linear untuk mengetahui nilai CEP index pada tahun referensi dan tahun pembelian. Nilai CEP index pada tahun referensi yaitu tahun 2002 adalah 390.40 Sementara nilai CEP indeks pada tahun pembelian yaitu tahun 2026 adalah 486,03. Berdasarkan nilai CEP indeks tersebut, diperoleh harga alat sebagai berikut :

Tabel 4. 27 Harga alat proses

No	Nama Alat	Kode Alat	Harga (USD)
1	Tangki Penyimpanan CO	TT-101	3.610.338
2	Tangki Penyimpanan H <sub>2</sub>	TT-102	6.100.226
3	Tangki Penyimpanan Metanol	TT-103	41.083
4	Tangki penyimpanan DME	TT-104	423.281
5	Akumulator-01	V-101	6.224
6	Akumulator-02	V-102	1.244
7	Absorber-01	T-101	145.041
8	Separator-01	S-101	12.200
9	Separator-02	S-102	12.200
10	Mixer	M-101	11.826
11	Stripper-01	T-104	21.960
12	Menara Distilasi-01	T-102	308.746
13	Menara Distilasi-02	T-103	14.939
14	Reaktor-01	R-101	1.045.753

Tabel 4. 28 Harga alat proses (Lanjutan)

15	Pompa-01 (Centrifugal)	P-101	5.229
16	Pompa-02 (Centrifugal)	P-102	19.919
17	Pompa-03 (Centrifugal)	P-103	3.486
18	Pompa-04 (Centrifugal)	P-104	3.735
19	Pompa-05 (Centrifugal)	P-105	4.980
20	Katup Ekspansi-01	EV-101	4.357
21	Katup Ekspansi-02	EV-102	4.357
22	Katup Ekspansi-03	EV-103	4.357
23	Heater-01	E-101	26.144
24	Heater-02	E-102	8.092
25	Kondensor parsial-01	E-103	36.103
26	Kondensor parsial-02	E-104	38.593
27	Kondensor parsial-03	E-112	2.614
28	Reboiler-03	E-113	10.582
29	Heater -03	E-114	23.654
30	Cooler-01	E-115	14.939
31	Kondensor-04	E-108	17.429
32	Reboiler-01	E-106	19.919
33	Cooler-02 (DP)	E-107	1.743
34	Kondenser-04	E-108	11.204
35	Kondenser-05	E-105	73.452
36	Cooler-03 (DP)	E-109	1.618
37	Reboiler-02 (DP)	E-110	1.992
38	Cooler-04	E-111	1.805
39	Expander-01	EX-101	62.247
40	Expander-02	EX-102	39.838

Tabel 4. 29 Harga alat utilitas

No	Nama Alat	Kode Alat	Harga (USD)
1	Pompa Utilitas-01	PU-101	15.064
2	Pompa Utilitas-02	PU-102	15.064
3	Pompa Utilitas-03	PU-103	15.064
4	Pompa Utilitas-04	PU-104	15.064
5	Pompa Utilitas-05	PU-105	15.064
6	Pompa Utilitas-06	PU-106	15.064
7	Pompa Utilitas-07	PU-107	2.614
8	Pompa Utilitas-08	PU-108	4.606

9	Pompa Utilitas-09	PU-109	4.606
10	Pompa Utilitas-10	PU-110	21.413
11	Bak pengendap awal	BSU-101	33.613
12	Reverse Osmosis	ROU-101	6.225
13	Tangki Kesadahan	TU-101	27.389
14	Tangki Clarifier	TU-102	62.247
15	Bak Sand Filter	SFU-101	57.267
16	Bak Penampungan Sementara	BSU-102	534
17	Tangki Klorinasi (mixer)	TU-103	6.723
18	Tangki Kation Exchanger	TU-104	14.939
19	Tangki Anion exchanger	TU-105	9.960
20	Tangki Deaerator	TU-106	28.634
21	Tangki Umpan Boiler	TU-107	24.899
22	Boiler	BU-101	31.124
23	Dowtherm A	TU-108	11.204
24	Kompresor (udara tekan)	CU-01	12.449
25	Tangki bahan bakar	TU-111	24.899
26	Anion Exchanger	AEU-101	12.449
27	Kation Exchanger	SFU-101	12.449
28	Tangki Penampung Air Sanitasi	TU-109	-
29	Tangki Air Pendingin	TU-110	-
30	Cooling Tower	CT-01	186.742
31	Generator Listrik		49.798
32	MEA		64.018.279
33	Unit Pengolahan Limbah	UPL	18.732
34	Fuel Oil		10.392
35	CaOH (Tawas)		-
36	Kaporit		-
37	Bahan Bakar Solar		10.209

#### 4.8.2 Dasar Perhitungan

- a. Kapasitas produksi : 75.000 ton/tahun
- b. Pabrik beroperasi : 330 hari kerja
- c. Umur alat : 10 tahun
- d. Kurs mata uang : \$ 1 = Rp. 14.000,00
- e. Tahun pabrik didirikan : 2026

### 4.8.3 Komponen Biaya

#### 4.8.3.1 Modal (*Capital investment*)

*Capital investment* adalah biaya untuk pengadaan fasilitas-fasilitas pabrik beserta kelengkapannya dan biaya untuk mengoperasikan pabrik.

*Capital investment* terdiri dari:

##### a. *Fixed Capital Investment*

*Fixed Capital Investment* adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik.

Tabel 4. 30 *Physical Plant Cost (PPC)*

No	Type of Capital Investments	Harga (IDR)	Harga (USD)
1	<i>Purchased Equipment Cost</i>	421.788.099.480	30.127.721
2	<i>Utility Cost</i>	1.814.253.822.956	129.589.559
3	<i>Installation Cost</i>	43.764.479.495	3.126.034
4	<i>Piping Cost</i>	110.752.919.123	7.910.923
5	<i>Instrumentation Cost</i>	45.667.282.951	3.261.949
6	<i>Insulation Cost</i>	8.782.169.798	627.298
7	<i>Electrical Cost</i>	20.735.678.690	1.481.120
8	<i>Land &amp; Yard Improvement</i>	27.635.373.657	1.973.955
9	<i>Building Cost</i>	68.305.765.098	4.878.983
	<b><i>Physical Plan Cost (PPC)</i></b>	<b>2.561.685.591.249</b>	<b>182.977.542</b>

Tabel 4. 31 *Direct Plant Cost (DPC)*

No	Type of Capital Investments	Harga (IDR)	Harga (USD)
1	<i>Engineering and Construction</i>	640.421.397.812	45.744.386
	<b><i>Total (PPC+DPC)</i></b>	<b>3.202.106.989.061</b>	<b>228.721.928</b>

Tabel 4. 32 *Fixed Capital Investment (FCI)*

No	Type of Capital Investments	Harga (IDR)	Harga (USD)
1	<i>Direct Plant Cost</i>	3.202.106.989.061	228.721.928
2	<i>Cotractor's fee</i>	224.147.489.234	16.010.535

Tabel 4.33 *Fixed Capital Investment (FCI)* (Lanjutan)

3	<i>Contingency</i>	448.294.978.469	32.021.070
<b><i>Fixed Capital Investment (FCI)</i></b>		<b>3.874.549.456.764</b>	<b>276.753.533</b>

**b. *Working Capital Investment***

*Working Capital investment* adalah biaya yang diperlukan untuk menjalankan/mengoperasikan suatu pabrik selama waktu tertentu.

Tabel 4. 33 Total Working Capital Investment (TWCI)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (IDR)	Harga (USD)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	343.675.637.819	24.548.260
2	<i>In Process Inventory</i>	145.866.666.906	10.419.048
3	<i>Product Inventory</i>	583.466.667.622	41.676.191
4	<i>Extended Credit</i>	682.500.000.022	48.750.000
5	<i>Available Cash</i>	583.466.667.622	41.676.191
<b><i>Working Capital Investment</i></b>		<b>2.338.975.639.992</b>	<b>167.069.689</b>

**4.8.3.2 Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)**

*Manufacturing cost* merupakan jumlah *direct*, *indirect* dan *fixed manufacturing cost*, yang bersangkutan dalam pembuatan produk.

a. *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

*Direct Manufacturing Cost* adalah pengeluaran langsung dalam pembuatan suatu produk.

b. *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

*Indirect Manufacturing Cost* adalah pengeluaran tidak langsung akibat dari pembuatan suatu produk.

c. *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

*Fixed Manufacturing Cost* adalah pengeluaran tetap yang tidak bergantung waktu dan tingkat produksi.

Tabel 4. 34 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No	Type of Expense	Harga (IDR)	Harga (USD)
1	<i>Raw Material</i>	4.662.068.436.146	333.004.888
2	<i>Labor</i>	5.904.000.000	421.714
3	<i>Supervision</i>	2.040.000.000	145.714
4	<i>Maintenance</i>	271.218.461.973	19.372.747
5	<i>Plant Supplies</i>	40.682.769.296	2.905.912
6	<i>Royalty and Patents</i>	199.435.868.772	14.245.419
7	<i>Utilities</i>	180.810.260.248	12.915.019
<b><i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i></b>		<b>5.362.159.796.436</b>	<b>383.011.414</b>

Tabel 4. 35 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	Type of Expense	Harga (IDR)	Harga (USD)
1	<i>Payroll Overhead</i>	1.180.800.000	84.343
2	<i>Laboratory</i>	1.180.800.000	84.343
3	<i>Plant Overhead</i>	4.605.120.000	328.937
4	<i>Packaging and Shipping</i>	1.228.500.000.039	87.750.000
<b><i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i></b>		<b>1.235.466.720.039</b>	<b>88.247.623</b>

Tabel 4. 36 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No	Type of Expense	Harga (IDR)	Harga (USD)
1	<i>Depreciation</i>	387.454.945.676	27.675.353
2	<i>Property taxes</i>	77.490.989.135	5.535.071
3	<i>Insurance</i>	38.745.494.568	2.767.535
<b><i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i></b>		<b>503.691.429.379</b>	<b>35.977.959</b>

Tabel 4. 37 *Total Manufacturing Cost (TMC)*

No	Type of Expense	Harga (IDR)	Harga (USD)
1	<i>Direct Manufacturing Cost</i>	5.262.441.862.050	375.888.704
2	<i>Indirect Manufacturing Cost</i>	1.235.466.720.039	88.247.623

Tabel 4.3838 *Total Manufacturing Cost (TMC) (Lanjutan)*

3	<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	503.691.429.379	35.977.959
	<b><i>Manufacturing Cost</i></b>	<b>7.001.600.011.469</b>	<b>500.114.287</b>

#### 4.8.3.3 Pengeluaran Umum (*General Expense*)

*General expense* atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*.

Tabel 4. 39 *General Expense (GE)*

No	Type of Expense	Harga (IDR)	Harga (USD)
1	<i>Administration</i>	7.450.000.000	532.143
2	<i>Sales expense</i>	696.150.000.022	49.725.000
3	<i>Research</i>	163.800.000.005	11.700.000
4	<i>Finance</i>	272.286.909.418	19.449.065
	<b><i>General Expense (GE)</i></b>	<b>1.139.686.909.446</b>	<b>81.406.208</b>

Tabel 4. 40 *Total Production Cost (TPC)*

No	Type of Expense	Harga (IDR)	Harga (USD)
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	7.001.600.011.469	500.114.287
2	<i>General Expense (GE)</i>	1.139.686.909.446	81.406.208
	<b><i>Total Production Cost (TPC)</i></b>	<b>8.141.286.920.915</b>	<b>581.520.494</b>

#### 4.8.3.4 Analisis Keuntungan

##### a. Keuntungan Sebelum Pajak

Total penjualan : Rp 9.971.793.438.600

Total biaya produksi : Rp 8.141.286.920.914

Keuntungan : Total penjualan - Total biaya produksi  
: Rp 1.830.506.517.685

##### b. Keuntungan Sesudah Pajak

Pajak : 15 % x Rp 1.830.506.517.685  
: Rp 274.575.977.652

Keuntungan : Keuntungan sebelum pajak – pajak  
: Rp 1.555.930.540.032

#### 4.8.4 Analisis Kelayakan

##### 1. *Return on Investment (ROI)*

*Return on investment* adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang telah dikeluarkan

$$ROI = \frac{\text{Profit (Keuntungan)}}{\text{Fixed Capital Investment (FCI)}} \times 100\%$$

##### a. ROI sebelum pajak (ROI<sub>b</sub>)

Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan risiko tinggi minimum adalah 44 %. (Aries & Newton, 1955).

$$ROI_b = 47,24 \% \quad (\text{pabrik memenuhi kelayakan})$$

##### b. ROI setelah pajak (ROI<sub>a</sub>)

$$ROI_a = 40,16 \%$$

## 2. Pay Out Time (POT)

*Pay out time* adalah lama waktu pengembalian modal yang berdasarkan keuntungan yang dicapai.

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment (FCI)}}{\text{Keuntungan} + \text{Depresiasi}}$$

### a. POT sebelum pajak (POT<sub>b</sub>)

Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan risiko tinggi maksimum adalah 2 tahun. (Aries & Newton, 1955).

$$POT_b = 1,75 \text{ tahun (pabrik memenuhi kelayakan)}$$

### b. POT setelah pajak (POT<sub>a</sub>)

$$POT_a = 1,99 \text{ tahun}$$

## 3. Break Even Point (BEP)

*Break even point* adalah titik yang menunjukkan pada suatu tingkat dimana biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan *break even point* kita dapat menentukan tingkat harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa harga perunit yang dijual agar mendapatkan keuntungan. Nilai BEP pabrik kimia pada umumnya adalah 20 – 60 %.

$$BEP = \frac{Fa + 0,3Ra}{Sa - Va - 0,7Ra} \times 100\%$$

Tabel 4. 41 Annual Fixed Cost (Fa)

No	Type of Expense	Harga (IDR)	Harga (USD)
1	Depreciation	387.454.945.676	27.675.353
2	Property taxes	77.490.989.135	5.535.071
3	Insurance	38.745.494.568	2.767.535
<b>Fixed Cost (Fa)</b>		<b>503.691.429.379</b>	<b>35.977.959</b>

Tabel 4. 42 *Annual Variable Cost (Va)*

No	Type of Expense	Harga (IDR)	Harga (USD)
1	<i>Raw material</i>	4.662.068.436.146	333.004.888
2	<i>Packaging &amp; shipping</i>	1.228.500.000.039	87.750.000
3	<i>Utilities</i>	180.810.260.248	12.915.019
4	<i>Royalties and Patents</i>	199.435.868.772	14.245.419
<b>Variable Cost (Va)</b>		<b>6.270.814.565.206</b>	<b>447.915.326</b>

Tabel 4. 43 *Annual Regulated Cost (Ra)*

No	Type of Expense	Harga (IDR)	Harga (USD)
1	<i>Labor cost</i>	5.904.000.000	421.714
2	<i>Plant overhead</i>	4.605.120.000	328.937
3	<i>Payroll overhead</i>	1.180.800.000	84.343
4	<i>Supervision</i>	2.040.000.000	145.714
5	<i>Laboratory</i>	1.180.800.000	84.343
6	<i>Administration</i>	7.450.000.000	532.143
7	<i>Finance</i>	272.286.909.418	19.449.065
8	<i>Research</i>	163.800.000.005	11.700.000
9	<i>Maintenance</i>	271.218.461.973	19.372.747
10	<i>General expense</i>	1.139.686.909.446	81.406.208
11	<i>Plant supplies</i>	40.682.769.296	2.905.912
<b>Regulated Cost (Ra)</b>		<b>1.910.035.770.139</b>	<b>136.431.126</b>

Tabel 4. 44 *Annual Sales Cost (Sa)*

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (USD)
1	<i>Annual Sales Cost</i>	9.971.793.438.600	712.270.960
<b>Annual Sales Cost (Sa)</b>		<b>9.971.793.438.600</b>	<b>712.270.960</b>

BEP = 43,7 % (pabrik memenuhi kelayakan)

#### 4. *Shut Down Point (SDP)*

*Shut down point* adalah titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi harus dihentikan. Karena biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal dari pada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *fixed cost*.

$$SDP = \frac{0.3Ra}{Sa - Va - 0.7Ra} \times 100\%$$

$$SDP = 23,26 \%$$

#### 5. *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)*

*Discounted cash flow rate of return* adalah laju bunga maksimum dimana pabrik dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.

Umur pabrik (n)	: 10 tahun
<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	: Rp. 3.874.549.456.763
<i>Working Capital Investment (WCI)</i>	: Rp. 2.338.975.639.991
<i>Salvage value (SV) = Depresiasi</i>	: Rp. 387.454.945.676
<i>Cash flow (CF)</i>	: Rp. 2.215.672.395.127

*Discounted cash flow* dihitung secara *trial & error*

Persamaan untuk menentukan DCFR:

$$\frac{(WC + FCI) \times (1+i)^{10}}{CF} = [(1+i)^9 + (1+i)^8 + \dots + (1+i) + 1] + \frac{(WC + SV)}{CF}$$

$$R = S$$

Dengan *trial & error* diperoleh nilai  $i : 0,3461$

DCFR : 34,61 %

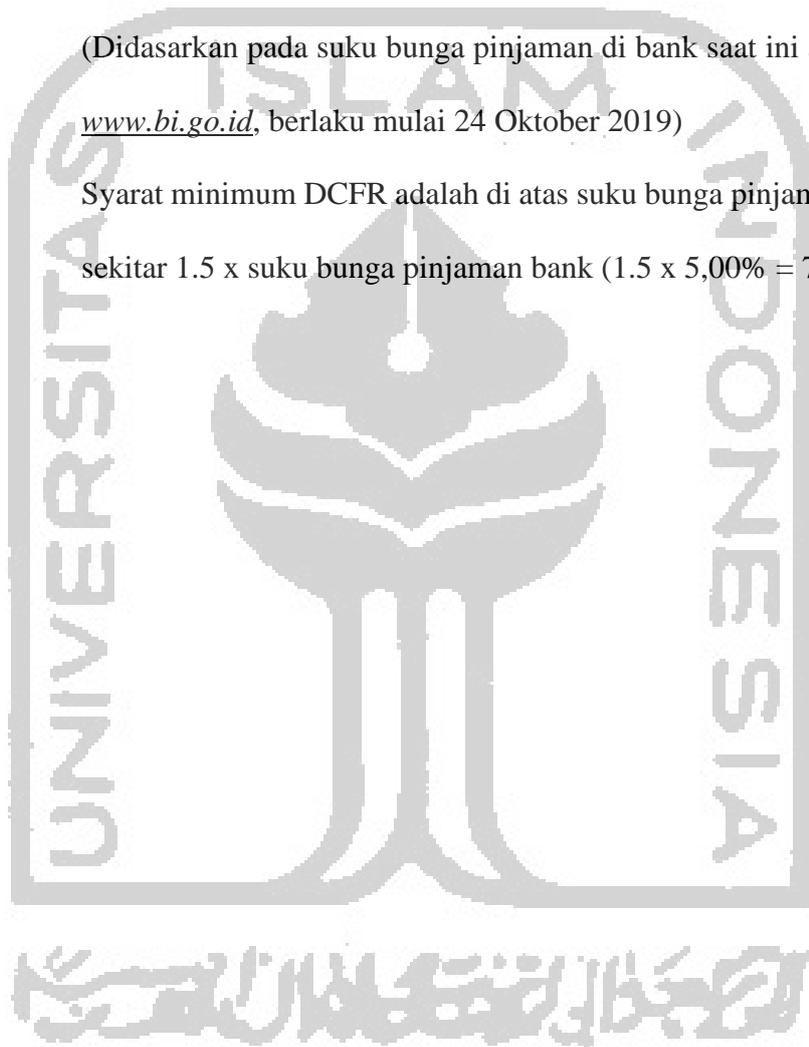
Minimum nilai DCFR : 1.5 x bunga pinjaman bank (Aries Newton)

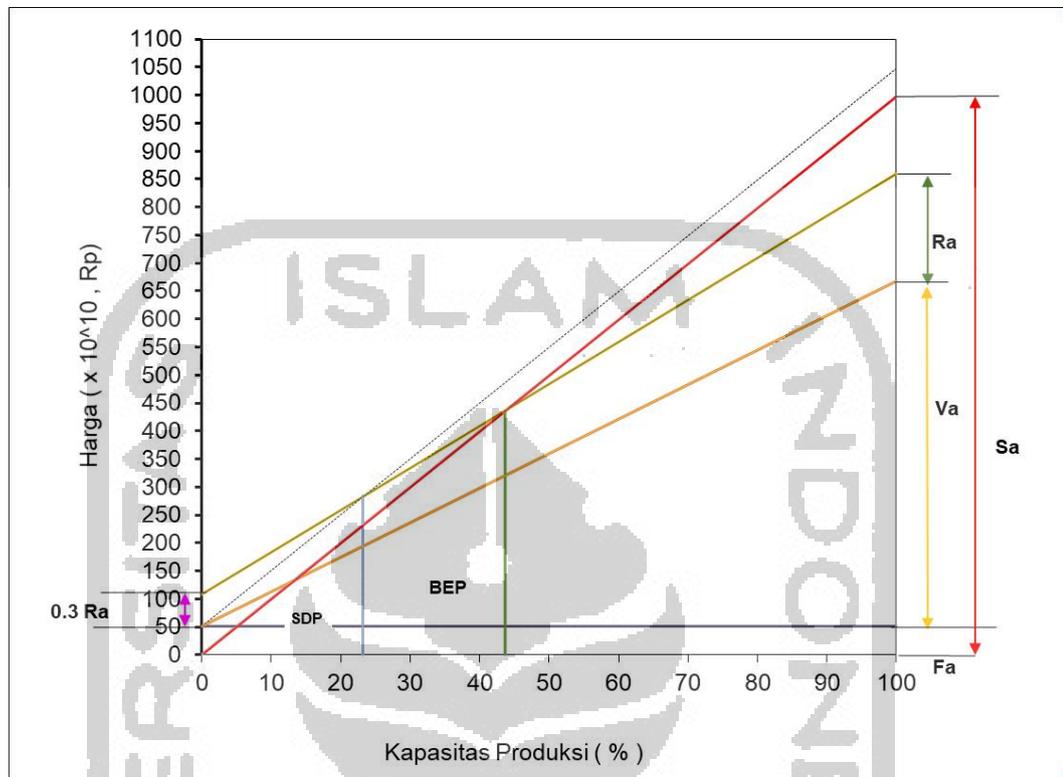
Bunga bank : 5,00 %

Kesimpulan : Memenuhi syarat ( $1,5 \times 5,00\% = 7,50\%$ )

(Didasarkan pada suku bunga pinjaman di bank saat ini adalah 10.0%,  
[www.bi.go.id](http://www.bi.go.id), berlaku mulai 24 Oktober 2019)

Syarat minimum DCFR adalah di atas suku bunga pinjaman bank yaitu  
sekitar 1.5 x suku bunga pinjaman bank ( $1,5 \times 5,00\% = 7,50\%$ ).





Gambar 4. 7 Grafik Analisa Kelayakan