

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Ketepatan pemilihan lokasi suatu pabrik harus direncanakan dengan berbagai pertimbangan baik, matang, dan tepat. 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 Bontang, Kalimantan Timur. Faktor–faktor yang menjadi dasar pertimbangan dalam menentukan lokasi pabrik adalah sebagai berikut:

4.1.1 Penyediaan Bahan Baku

Untuk menekan biaya penyediaan bahan baku, maka pabrik DME didirikan di dekat penghasil utama bahan baku Metanol, yaitu pabrik

Metanol milik PT Kaltim Methanol Industri di Bontang, Kalimantan Timur yang beroperasi dengan kapasitas 660.000 ton/tahun.

4.1.2 Pemasaran Produk

Sasaran pemasaran produk DME ini adalah untuk *blending* dengan LPG, bahan *aerosol propellant*. Pemasarannya diharapkan untuk mencukupi kebutuhan dalam negeri dan ekspor sehingga lokasi pabrik dipilih dekat pelabuhan untuk memudahkan pemasaran produk.

4.1.3 Utilitas

Penyediaan air untuk utilitas mudah dan murah karena kawasan ini dekat dengan laut. Kebutuhan air disuplai dari 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, maupun laut. Dengan tersedianya sarana baik darat maupun air, maka diharapkan kelancaran kegiatan proses produksi, serta kelancaran pemasaran.

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 pendatang pencari kerja.

4.1.6 Faktor Penunjang Lain

Kalimantan Timur merupakan kawasan dengan sumber daya alam yang sangat melimpah, sehingga banyak industri yang didirikan. Faktor-faktor seperti tersedianya bahan baku, air, lahan, kestabilan iklim menjadi pertimbangan bahwa pabrik DME layak didirikan di kawasan ini.



Gambar 4. 1 Peta rencana lokasi pabrik DME

4.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat bekerjanya karyawan, tempat peralatan, tempat penyimpanan bahan baku dan produk, dan sarana lain seperti utilitas, 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 tempat alat-alat proses diletakkan dan proses berlangsung. Ruang kontrol sebagai pusat pengendalian berlangsungnya proses.

4.2.3 Area Pergudangan, Umum, Bengkel, dan Garasi

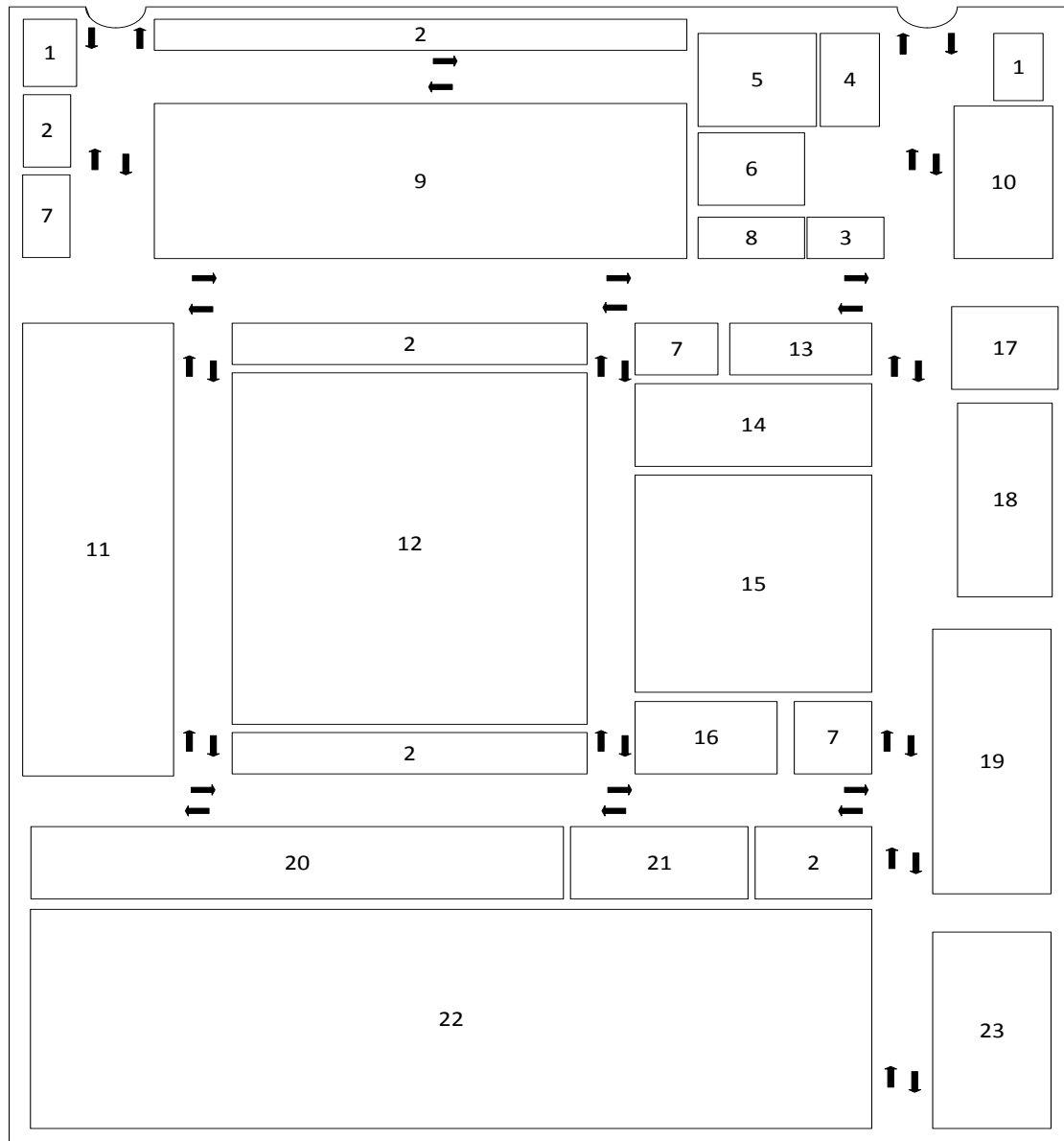
Merupakan area tempat menyimpan alat-alat dan bahan kimia, tempat kegiatan umum, reparasi transportasi, dan parkir kendaraan.

4.2.4 Area Utilitas dan *Power Station*

Merupakan area dimana kegiatan penyediaan air dan tenaga listrik dipusatkan.

Tata letak pabrik dan tata letak alat proses disajikan pada gambar

4.2. sebagai berikut :



Skala 1:1000

Gambar 4. 2 *Layout* Pabrik DME

Keterangan:

- | | |
|-----------------------------------|----------------------------|
| 1. Pos jaga | 13. Ruang kontrol utilitas |
| 2. Taman | 14. Ruang kontrol proses |
| 3. Poliklinik | 15. Area proses |
| 4. Koperasi | 16. Bengkel |
| 5. Aula | 17. Gudang bahan kimia |
| 6. Masjid | 18. Laboratorium |
| 7. Unit pemadam kebakaran | 19. Utilitas |
| 8. Kantin | 20. Kebun binatang mini |
| 9. Kantor utama | 21. Gudang alat |
| 10. Area parkir karyawan dan tamu | 22. Area perluasan |
| 11. Area parkir truk | 23. Unit pengolahan limbah |
| 12. Area penyimpanan produk | |

4.3 Tata Letak Alat Proses

Dalam perancangan tata letak peralatan proses pada pabrik ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

4.3.1 Aliran Bahan Baku dan Produk

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

Aliran udara di dalam dan sekitar area proses perlu diperhatikan kelancarannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat berupa penumpukan atau akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan pekerja, selain itu perlu memperhatikan arah hembusan angin.

4.3.3 Pencahayaan

Penerangan seluruh pabrik harus memadai. Pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi harus diberi penerangan tambahan untuk keamanan.

4.3.4 Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan

Dalam perancangan *lay out* peralatan, lalu lintas perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah agar apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

4.3.5 Pertimbangan Ekonomi

Dalam menempatkan alat-alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran serta keamanan produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.

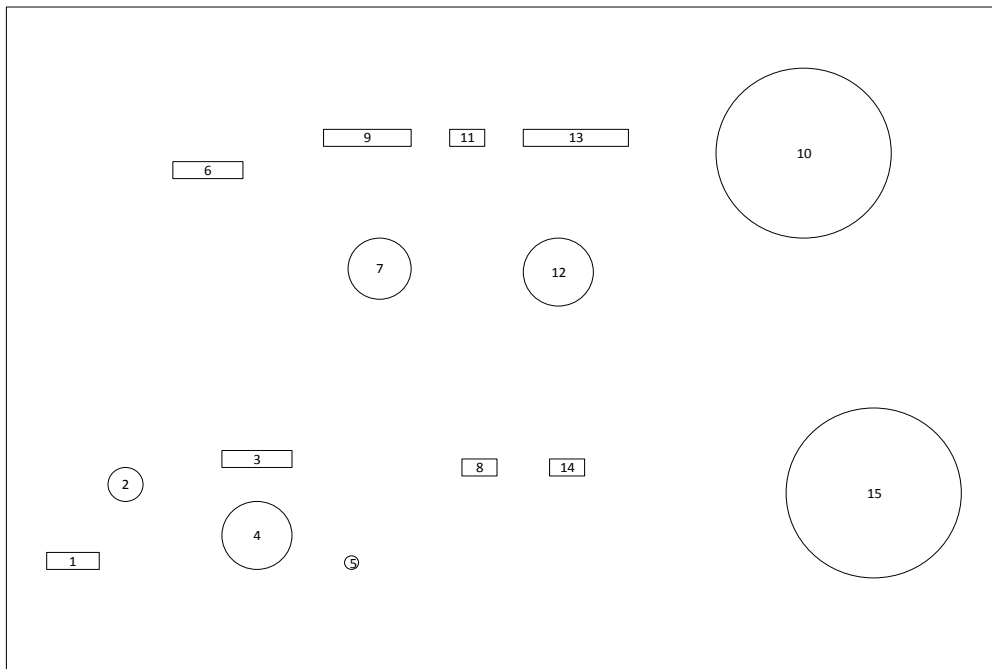
4.3.6 Jarak Antar Alat Proses

Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan operasi tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut, tidak membahayakan alat-alat proses lainnya.

4.3.7 Perluasan dan Pengembangan Pabrik

Setiap pabrik yang didirikan diharapkan dapat berkembang dengan

penambahan unit sehingga diperlukan susunan pabrik yang memungkinkan adanya perluasan (Vilbrant, 1959).



Skala 1:600

Gambar 4. 3 Layout alat proses

Keterangan:

- | | |
|---------------------|--------------------------------|
| 1. Vapourizer | 9. Condenser |
| 2. Separator | 10. Tangki Penyimpanan DME |
| 3. Heater | 11. Cooler |
| 4. Reaktor | 12. Menara distilasi |
| 5. Expander | 13. Condenser |
| 6. Condenser | 14. Reboiler |
| 7. Menara distilasi | 15. Tangki penyimpanan Metanol |
| 8. Reboiler | |

4.4 Alir Proses dan Material

4.4.1 Neraca Massa

4.4.1.1 Neraca Massa Total

Tabel 4. 1 Neraca Massa Total

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	1	7	10
Metanol	8.785,479	3,292	3,287
DME	0,000	6.309,834	0,000
Air	13,198	0,005	2.482,259
Total	8.798,677	6.313,131	2.485,546
		8.798,677	

4.4.1.2 Neraca Massa Alat

1. Neraca Massa Reaktor (R-101)

Tabel 4. 2 Neraca Massa Reaktor (R-101)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
	5	6
Metanol	10.973,625	2.194,725
DME	9,479	6.319,313
Air	16,927	2.485,993
Total	11.000,031	11.000,031

2. Neraca Massa Menara Distilasi (MD-101)

Tabel 4. 3 Neraca Massa Menara Distilasi (MD-101)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	6	7	8
Metanol	2.194,725	3,292	2.191,433
DME	6.319,313	6.309,834	9,479

Tabel 4. 3 Neraca Massa Menara Distilasi (Lanjutan)

Air	2.485,993	0,005	2.485,988
Total	11.000,031	6313,131	4.686,900
			11.000,031

3. Neraca Massa Menara Distilasi (MD-102)

Tabel 4. 4 Neraca Massa Menara Distilasi (MD-102)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	8	9	10
Metanol	2.191,433	2.188,146	3,287
DME	9,479	9,479	0,000
Air	2.485,988	3,729	2.482,259
Total	4.686,900	2.201,354	2.485,546
			4.686,900

4. Neraca Massa Vaporizer (V-101)

Tabel 4. 5 Neraca Massa Vaporizer (V-101)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	3	4	5
Metanol	13.717,031	2.743,406	10.973,625
DME	9,479	0,000	9,479
Air	21,159	4,232	16,927
Total	13.747,669	2.747,638	11.000,031
			13.747,669

4.4.2 Neraca Panas

1. Neraca Panas Reaktor (R-101)

Tabel 4. 6 Neraca panas Reaktor (R-101)

Input (kJ/jam)			Output (kJ/jam)		
Komponen		kJ/jam	Komponen		kJ/jam
Q ₄	Metanol	4.905.926,130	Q ₅	Metanol	981.185,226
	DME	4.539,530		DME	3.026.353,138
	Air	8.627,855		Air	1.267.134,513
Q _r	Panas reaksi	2.951.037,325	Q _{DT}	Pendingin	2.595.457,962
Total		7.870.130,840	Total		7.870.130,840

2. Neraca Panas Menara Distilasi (MD-101)

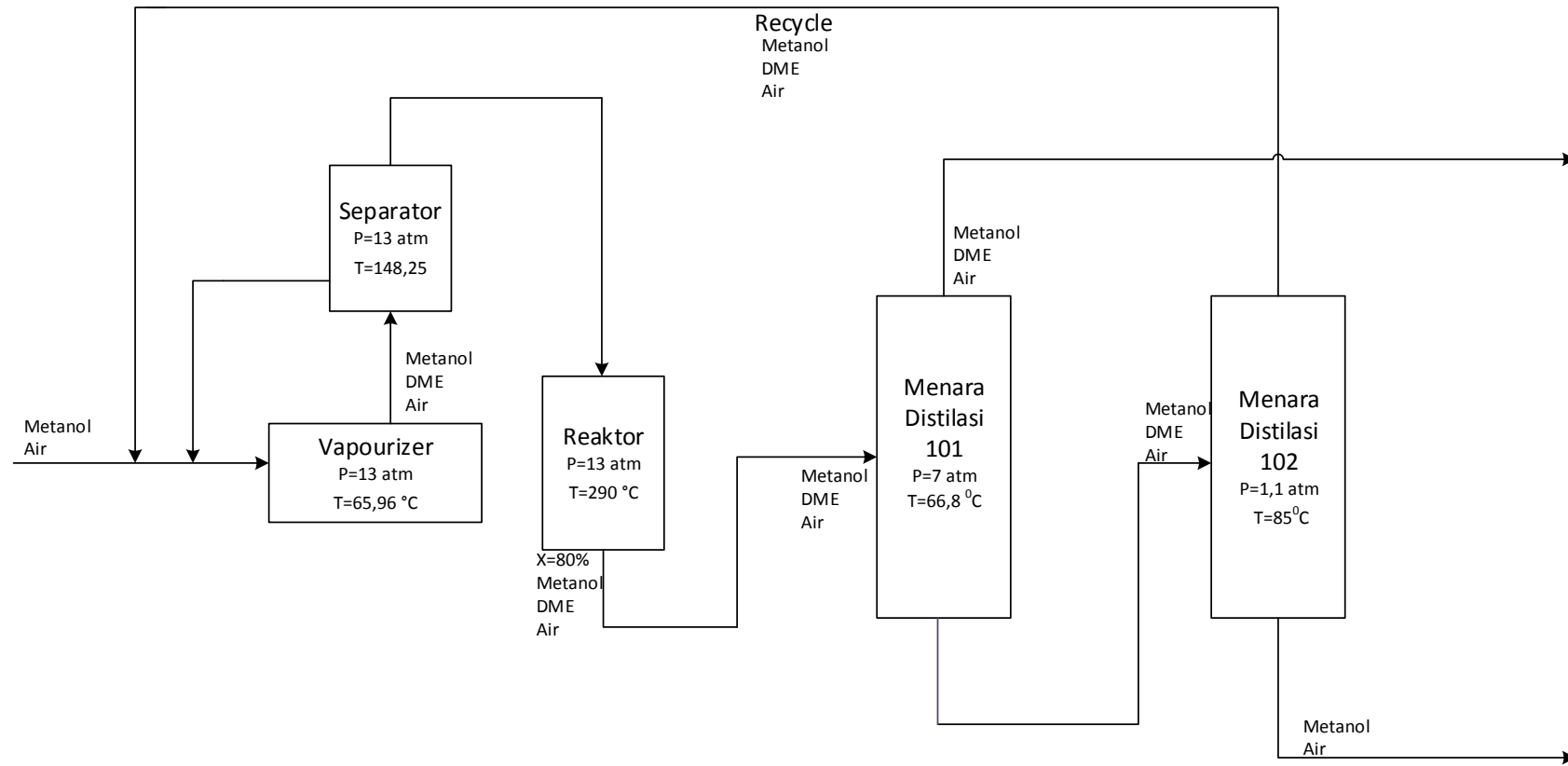
Tabel 4. 7 Neraca Panas Menara Distilasi (MD-101)

Input			Output		
Komponen		kJ/jam	Komponen		kJ/jam
Q ₇	DME	283.945,193	Q ₈	DME _D	78.128,748
	Metanol	46.557,027		Metanol _D	0,030
	Air	173.422,566		Air _D	-
H _F	Total	503.924,786	H _D	Total	78.128,778
Pemanas		3.506.821,484	Q ₉	DME _B	3,675
				Metanol _B	241.494,029
				Air _B	852.562,288
			H _B	Total	1.094.059,993
Pemanas		3.506.821,484	Pemanas		-
Pendingin		-	Pendingin		2.838.557,499
Total		4.010.746,299	Total		4.010.746,299

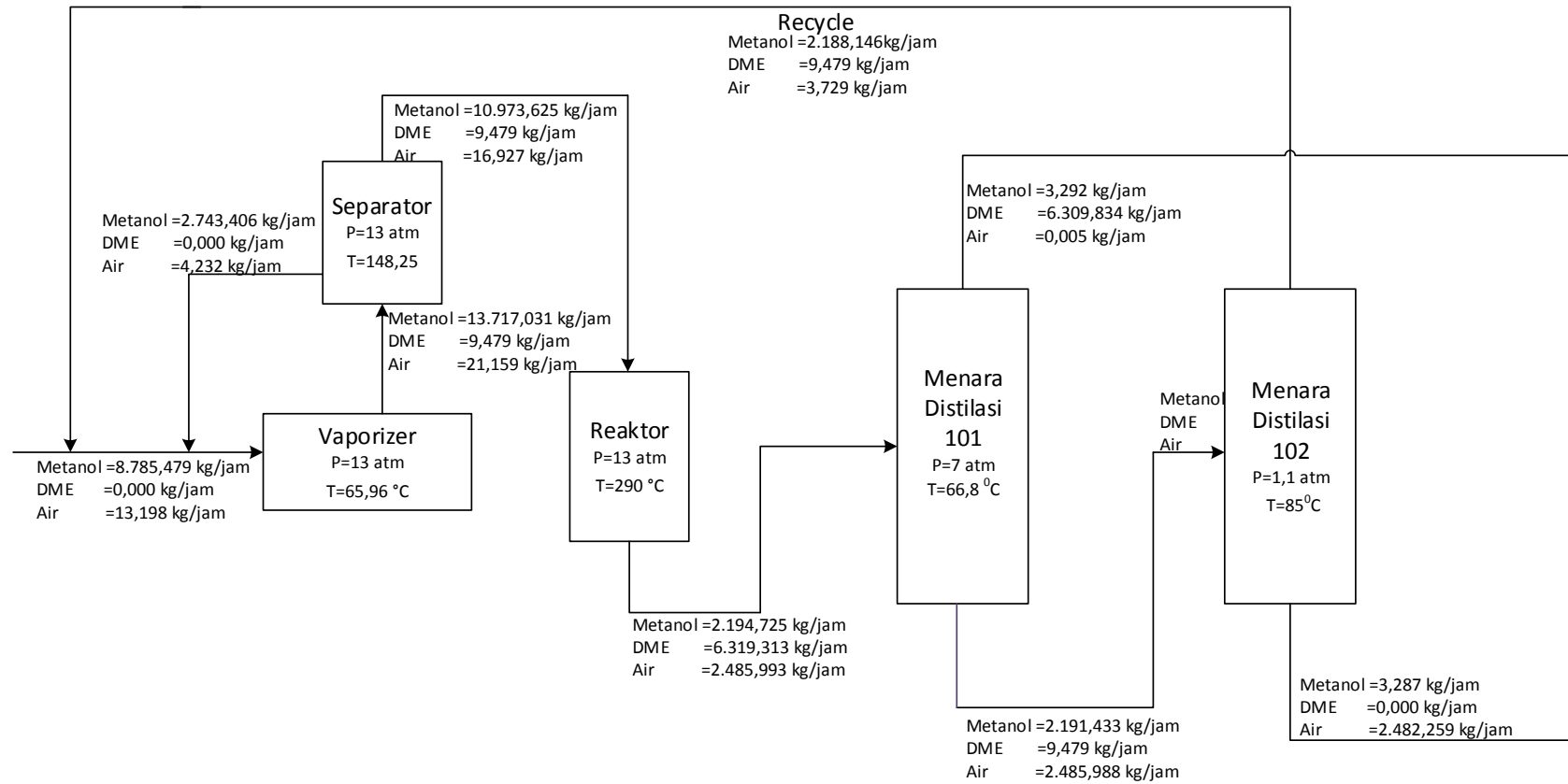
3. Neraca Panas Menara Distilasi (MD-102)

Tabel 4. 8 Neraca Panas Menara Distilasi (MD-102)

Input			Output		
Komponen		kJ/jam	Komponen		kJ/jam
Q ₁₁	DME	1,578	Q ₁₂	DME _D	2,939
	Metanol	112.377,049		Metanol _D	213.613,687
	Air	414.613,667		Air _D	1,805
H _F	Total	526.992,295	H _D	Total	213.618,432
			Q ₁₃	DME _B	-
				Metanol _B	0,516
				Air _B	831.378,299
			H _B	Total	831.378,815
Pemanas		5.647.576,952	Pemanas		-
Pendingin		-	Pendingin		5.129.572,000
Total		6.174.569,247	Total		6.174.569,247



Gambar 4. 4 Diagram alir kualitatif



Gambar 4. 5 Diagram alir kuantitatif

4.5 Perawatan (*Maintenance*)

Maintenance berguna untuk menjaga sarana atau fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan produktivitas menjadi tinggi 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 berproduksi 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 *maintenance* 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.

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 dan air sanitasi untuk air perkantoran dan air untuk 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 Penyediaan Air

Unit penyediaan air merupakan salah satu unit utilitas yang bertugas menyediakan air untuk kebutuhan industri maupun rumah tangga. Untuk

memenuhi kebutuhan air dalam industri pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut. Dalam perancangan pabrik DME ini, sumber air yang digunakan berasal dari laut. Adapun pertimbangan dalam menggunakan air laut sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah:

1. Air laut dapat diperoleh dalam jumlah yang besar.
2. Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya.
3. Lokasi laut berada dekat dengan pabrik.
4. Dapat menyerap jumlah panas per satuan volume yang tinggi.

Air laut yang sudah diolah akan digunakan untuk keperluan dilingkungan pabrik sebagai:

1. Air pendingin

Alasan penggunaan air sebagai fluida pendingin 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. Dapat menyerap panas per satuan volume yang tinggi.
- d. Tidak mudah menyusut dengan adanya perubahan temperatur pendingin.
- e. Tidak terdekomposisi.

Air pendingin ini digunakan sebagai fluida pendingin pada *Cooler*. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengolahan air pendingin:

- a. Kesadahan (*hardness*) yang dapat menyebabkan kerak.
- b. Besi yang dapat menimbulkan korosi.
- c. Minyak yang dapat menyebabkan terbentuknya lapisan *film* yang mengakibatkan terganggunya koefisien transfer panas serta menimbulkan endapan.

2. Air Umpan *Boiler*

Berikut adalah syarat air umpan *Boiler* (*Boiler feed water*):

- a. Tidak berbuih (berbusa)

Busa disebabkan adanya *solid matter*, *suspended matter*, dan kebasaaan yang tinggi. Kesulitan yang dihadapi dengan adanya busa diantaranya adalah kesulitan 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*

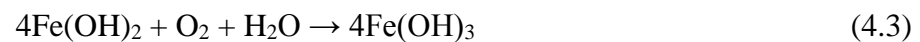
Kerak dalam *Boiler* dapat menyebabkan isolasi terhadap proses perpindahan panas terhambat dan kerak yang terbentuk dapat pecah sehingga dapat menimbulkan kebocoran.

3. Tidak menyebabkan korosi pada pipa

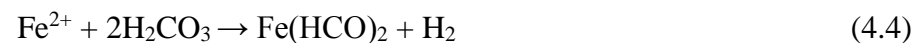
Korosi pada pipa disebabkan oleh pH rendah, minyak dan lemak, bikarbonat, dan bahan organik serta gas-gas H₂S, SO₂, NH₃, CO₂, O₂, yang terlarut dalam air. Reaksi elektro kimia antar besi dan air akan membentuk lapisan pelindung anti korosi pada permukaan baja.



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 CO₂ 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 CO₂ kembali. Berikut adalah reaksi yang terjadi :



4. Air Sanitasi

Air sanitasi pada pabrik digunakan sebagai keperluan laboratorium, 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_2 kurang dari 1 ppm dan pH netral.

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_4^{3-} , 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

Berikut adalah tahapan proses pengolahan air :

1. Penyaringan Awal/*screener* (FU-101)

Air laut diambil secara langsung (*direct intake*) menggunakan pipa. Pipa pengambilan air laut dilengkapi dengan *strainer* (*screener*) untuk mencegah benda-benda seperti sampah, kotoran, serta ikan masuk ke dalam.

2. Premix Tank/*Chemical treatment* (TU-101)

Tahap selanjutnya adalah klorinasi yang dilakukan pada tangki pencampuran, dengan menggunakan *Sodium Hypochlorite* (NaOCl).

Klorinasi dilakukan untuk membunuh bakteri dan mikroorganisme supaya tidak terjadi *biological fouling* pada *membran osmosis*. Air yang masuk di tangki pencampuran juga dimaksudkan untuk menjaga stabilitas debit air yang akan ditreatment.

4. *Membran Reverse Osmosis (SWRO)*

Setelah melalui chemical treatment air dipompakan menuju *Sea Water Reverse Osmosis (SWRO)* sebagai alat utama dalam proses desalinasi air laut ini. Air laut akan dipompa pada tekanan 13 hingga 17 atm melewati membran SWRO. Setelah melewati membran, kadar garam pada air akan berkurang hingga 99,7%. (Watech, 2017) *Recovery* SWRO dapat mencapai 85% tergantung pada kondisi air laut yang digunakan. (Puretec Industrial Water, 2016)

5. *Tangki Desaliansi (TDU)*

Setelah melewati SWRO, air bersih (*permeat*) ditampung dalam Tangki Desalinasi, sedangkan sisa air yang kaya akan garam (*Retentate*) dialirkan kembali menuju ke laut. Dari tangki desalinasi, air didistribusikan untuk memenuhi keperluan umum, air pendingin dan air untuk kebutuhan *steam* yang diproduksi *boiler*.

6. *Tangki Klorinator (TU-102)*

Air dari tangki desalinasi dialirkan ke tangki Klorinator (TU-02). Air harus ditambahkan dengan klor atau kaporit untuk membunuh kuman dan mikroorganisme seperti *amoeba*, ganggang dan lain-lain yang terkandung dalam air sehingga aman untuk dikonsumsi.

7. Kation *Exchanger* (KEU)

Selain untuk keperluan umum (*housing water*), air dari Tangki Desalinasi juga digunakan sebagai air untuk pembangkit *steam*, namun dalam pengumpanan menjadi *steam* diperlukan beberapa tahap seperti demineralisasi yang mana air umpan boiler harus bebas dari garam yang terlarut, maka proses ini berfungsi untuk menghilangkan ion-ion yang terkandung pada air seperti ion Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Fe^{2+} , Al^{3+} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- .

Air diumpankan ke *cation exchanger* yang berfungsi untuk menukar ion-ion positif/kation yang ada di air umpan seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Fe^{2+} , Al^{3+} . Alat ini sering disebut *softener* yang mengandung resin jenis *Duolite C-3 (Phenolic Resin)* dimana kation-kation dalam umpan akan ditukar dengan ion H^+ yang ada pada resin. Akibat bertukarnya ion H^+ dari kation-kation yang ada dalam air umpan, maka air keluaran *cation exchanger* mempunyai pH rendah dan *Free Acid Material (FMA)* yaitu CaCO_3 sekitar 12 ppm. FMA merupakan salah satu parameter untuk mengukur tingkat kejenuhan resin. Pada operasi normal FMA stabil sekitar 12 ppm, apabila FMA turun berarti resin yang digunakan telah jenuh sehingga perlu diregenerasi dengan H_2SO_4 dengan konsentrasi 5%.

8. Anion *Exchanger* (AEU)

Air keluaran *cation exchanger* kemudian diumpankan ke *anion exchanger*. *Anion exchanger* berfungsi sebagai alat penukar

anion-anion (HCO_3^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , CO_3^{3-} , Cl^-) yang terdapat didalam air umpan. Di dalam *anion exchanger* mengandung resin jenis *Nalcite SAR (styrene divinyl benzene)* dimana anion-anion dalam air umpan akan ditukar dengan ion OH^- dari asam-asam yang terkandung dalam umpan menjadi bebas dan berikatan dengan OH^- yang lepas dari resin yang mengakibatkan terjadinya netralisasi sehingga pH air keluar *anion exchanger* kembali normal. Kandungan silika pada air keluaran *anion exchanger* menjadi tolak ukur bahwa resin telah jenuh (12 ppm). Resin yang telah jenuh diregenerasi menggunakan larutan NaOH 5%. Air keluaran dari *cation* dan *anion exchanger* kemudian melalui tahapan proses unit deaerasi.

9. Unit *Deaerator* (DAU)

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 yang 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_4) 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*).

10. Bak Air Pendingin (BU-103)

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* diganti 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

11. *Cooling Tower* (CTU)

Air yang telah digunakan pada cooler, temperaturnya akan naik akibat perpindahan panas, Oleh karena itu untuk digunakan kembali perlu didinginkan pada *cooling tower*, Air yang didinginkan pada *cooling tower* adalah air yang telah menjalankan tugasnya pada unit-unit pendingin di pabrik.

4.6.1.3 Kebutuhan Air

1. Kebutuhan Air Pembangkit Steam

Tabel 4. 9 Kebutuhan air pembangkit *steam*

No	Nama alat	Kode alat	Jumlah (kg/jam)
1	vapourizer	V-101	7.041,279
2	heater	HE-101	1.683,841
Total			

Kebutuhan air *make up* sebesar 20%, jadi kebutuhan air umpan *boiler* untuk kebutuhan *make up* yang harus disediakan sebesar 4.019,580 kg/jam.

2. Kebutuhan Air Pendingin

Tabel 4. 10 Kebutuhan air pendingin

No	Nama alat	Kode alat	Jumlah (kg/jam)
1	condenser	CD-101	10.896,308
2	condenser	CD-102	6.739,455
3	condenser	CD-103	10.211,743
4	cooler	HE-102	2.502,930
Total			30.350,436

Kebutuhan air *make up* berdasarkan jumlah air yang menguap (W_e) sebesar 2.418,653 kg/jam, *blowdown* (W_b) sebesar 800,551 kg/jam, dan

air yang terbawa aliran keluar tower (Wd) sebesar 5,667 kg/jam. Jadi jumlah air *make up* yang harus disediakan sebesar 3.224,871 kg/jam.

3. Kebutuhan Air Perkantoran dan Rumah Tangga

Tabel 4. 11 Kebutuhan air perkantoran dan rumah tangga

No	Penggunaan	Jumlah (kg/hari)
1	Karyawan	4.260,439
2	Bengkel	200
3	Poliklinik	300
4	Laboratorium	500
5	Pemadam Kebakaran	5.000
6	Kantin, Musholla, dan Kebun	8.000
Total		18.260,439

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 *boiler* dengan spesifikasi sebagai berikut:

Kapasitas : 20.097,898 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 korosivitas. 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 *ecomizer* 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 10,4138 atm, 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 40.883.416.382 kJ/jam sehingga digunakan bahan bakar berjenis *fuel oil number 6* dengan *heating value* 42.500 kJ/kg. Untuk kebutuhan bahan bakar yang akan digunakan yaitu sebesar 1.217,674 kg/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 generator diesel. Generator diesel 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 = 200 kW

Jumlah = 1 buah

Berikut adalah rincian kebutuhan listrik:

1. Kebutuhan Listrik Alat Proses

Tabel 4. 12 Kebutuhan listrik alat proses

No	Nama alat	Kode alat	Power (HP)
1	Pompa	P-101	1,5

2	Pompa	P-102	1,5
---	-------	-------	-----

Tabel 4. 13 Kebutuhan listrik alat proses (Lanjutan)

3	Pompa	P-103	1,5
4	Pompa	P-104	1
5	Pompa	P-105	1
6	Pompa	P-106	1
7	Expander	EP-101	6
Total			13,656

2. Kebutuhan Listrik Utilitas

Tabel 4. 11 Kebutuhan listrik utilitas

No	Nama alat	Kode alat	Power (HP)
1	Pompa Utilitas-01	PU-01	1
2	Pompa Utilitas-02	PU-02	0,5
3	Pompa Utilitas-03	PU-03	0,5
4	Pompa Utilitas-04	PU-04	0,5
5	Pompa Utilitas-05	PU-05	0,5
6	Pompa Utilitas-06	PU-06	1
7	Pompa Utilitas-07	PU-07	0,5
8	Pompa Utilitas-08	PU-08	1,5
9	Pompa Utilitas-09	PU-09	1
10	Pompa Utilitas-10	PU-10	1

11	Pompa Utilitas-11	PU-11	1
12	Pompa Utilitas-12	PU-12	1
13	Premix Tank	TU-01	5
14	Tangki Klorinator	TU-02	100
15	Cooling Tower	CTU	3
16	Kompresor	KU	5
Total			123,000

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

a. Kebutuhan listrik alat kontrol adalah 5% dari kebutuhan listrik alat proses dan utilitas yaitu sebesar = 6,833 HP

b. Kebutuhan listrik rumah tangga dan kantor adalah 25% dari kebutuhan listrik alat proses dan utilitas yaitu sebesar = 34,164 HP

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

Tabel 4. 12 Total kebutuhan listrik

No	Keperluan	Daya (HP)	Daya (kW)
1	Alat Proses	13,656	10,1836
2	Utilitas	123,000	91,7211
3	Alat Kontrol	6,833	5,0952
4	Kantor dan Rumah Tangga	34,164	25,469
Total		222,0096	132,442

Dengan memperkirakan faktor daya generator listrik sebesar 80%, maka beban generator listrik yang harus dipenuhi adalah sebesar 183,629 HP atau 136,932 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 26,400 m³/jam pada tekanan 5,9 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 1.217,674 kg/jam, sedangkan bahan bakar diesel menggunakan solar sebanyak 13,026 kg/jam.

4.6.6 Unit Penyedia Dowtherm A

Untuk unit penyediaan *Dowtherm A*, setelah digunakan untuk proses pendinginan, *dowtherm* ditampung pada Tangki Penyimpanan *Dowtherm* sebelum dilakukan proses pendinginan pada *Cooling Tower*. *Dowtherm* keluaran *Cooling Tower* akan dialirkan kembali ke alat proses yang membutuhkan untuk digunakan kembali sebagai fluida pendingin. Namun, dikarenakan selama proses pendinginan pada *Cooling Tower* terjadi penguapan maka keluaran *Cooling Tower* dicampur dengan *make-up dowtherm* terlebih dahulu.

4.6.7 Spesifikasi Alat Utilitas

1. *Screening filter*/saringan (FU-101)

Fungsi : Menyaring kotoran-kotoran yang berukuran besar, seperti daun, ranting, dan sampah-sampah lainnya.

Bahan : Aluminium

Dimensi : Diameter filter = 0,01 m

Panjang = 3,048 m

Lebar = 2,438 m

2. Bak Pengendapan Awal (BU-101)

Fungsi : Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai, yang tidak tersaring oleh *screening*.

Jenis : Bak persegi terbuka dengan rangka beton

Kapasitas : 14,192 m³/jam

Dimensi : Tinggi = 2,771 m

Lebar = 5,543 m

Panjang = 11,086 m

3. *Premix Tank* (TU – 101)

Fungsi : Mencampur air dengan Alum 5% dan Ca(OH)₂ 5%

Jenis : Tangki silinder berpengaduk
 Kapasitas : 11,304 m³/jam
 Dimensi : Tinggi = 2,052 m
 Diameter = 2,052 m

4. Clarifier (CLU)

Fungsi : Menggumpalkan dan mengendapkan kotoran yang ada pada air dari TU-101
 Jenis : *Circular Clarifiers*
 Kapasitas : 11,304 m³/jam
 Waktu tinggal : 4 jam
 Dimensi : Tinggi = 3,684 m
 Diameter = 4,912 m
 Kedalaman = 2,456 m

5. Sand Filter (SFU)

Fungsi : Menyaring sisa-sisa kotoran yang masih terdapat dalam air terutama kotoran berukuran kecil yang tidak mengendap dalam clarifier
 Jenis : 2 buah kolam dengan saringan pasir
 Kapasitas : 12,209 m³/jam
 Dimensi : Luas tampang kolom = 1,487 m²
 Tinggi tumpukan pasir = 0,053 m
 Diameter = 1,376 m

6. Bak Penampung Sementara (BU-102)

Fungsi : Menampung sementara air dari *sand filter*

Jenis : Bak persegi terbuka dengan rangka beton

Kapasitas : 10,174 m³/jam

Dimensi : Tinggi = 0,914 m

Lebar = 3,655 m

Panjang = 3,655 m

7. Tangki Klorinator (TU-102)

Fungsi : Mencampurkan klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan air minum dan air rumah tangga

Jenis : Tangki silinder berpengaduk

Kapasitas : 4,735 m³/jam

Dimensi : Tinggi = 5,435 m

Diameter = 3,623 m

8. Bak Penampung Sementara (BU-103)

Fungsi : menampung sementara air dari BU-102 dan *recycle* air proses untuk pendingin

Jenis : Bak persegi terbuka dengan rangka beton

Kapasitas : 35,601 m³/jam

Dimensi : Tinggi = 1,387 m
 Lebar = 5,549 m
 Panjang = 5,549 m

9. *Cooling Tower* (CTU)

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

Jenis : *Deck Tower*

Kapasitas : 42,721 m³/jam

Dimensi : Luas area = 8,755 m²
 Tinggi = 11,000 m

10. *Boiler Feed Water Tank* (TU-103)

Fungsi : Mencampurkan kondensat sirkulasi dan *make up* air umpan *boiler* sebelum diumpankan

Jenis : Tangki silinder tegak

Kapasitas : 19,645 m³/jam

Dimensi : Tinggi = 2,926 m
 Diameter = 2,926 m

11. *Kation Exchanger* (KEU)

Fungsi : Menurunkan kesadahan air umpan *boiler*

Jenis : *Down Flow Cation Exchanger*

Kapasitas : 23,575 m³/jam

Dimensi : Tinggi = 1,016 m

Diameter = 1,829 m

12. *Anion Exchanger* (AEU)

Fungsi : Menghilangkan Anion dari air keluaran KEU

Jenis : *Down Flow Anion Exchanger*

Kapasitas : 23,575 m³/jam

Dimensi : Tinggi = 1,016 m

Diameter = 1,524 m

13. Deaerator (DAU)

Fungsi : Menghilangkan kandungan gas dalam air terutama
O₂, CO₂, NH₃, dan H₂S

Jenis : *Cold Water Vacuum Deaerator*

Kapasitas : 23,575 m³ /jam

Dimensi : Tinggi = 2,945 m

Diameter = 3,505 m

14. Boiler (BLU)

Fungsi : Membuat Steam Jenuh pada Tekanan 10,4138 atm

Jenis : *Water Tube Boiler*

Beban panas : 40.883.416,256 kJ/jam

Kapasitas : 20.097,898 kg/jam

15. Condenser (CDU)

Fungsi : Mencairkan *steam* dari alat-alat proses

Jenis : *Shell and Tube Exchanger*

Beban panas : 35.365.289,606 kJ/jam

Kapasitas : 16.078,318 kg/jam

16. Pompa Utilitas-01 (PU-101)

Tugas : Mengalirkan air sungai menuju ke BU-01

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 11,816 m³/jam

Head pompa : 4,599 m

Tenaga Pompa : 0,261 kW

Power motor : 0,745 kW

Kecepatan spesifik : 3.297,306 rpm

Efisiensi motor : 0,80

17. Pompa Utilitas-02 (PU-102)

Tugas	: Mengalirkan air dari BU-101 ke TU-101
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	: 11,816 m ³ /jam
<i>Head</i> pompa	: 3,099 m
Tenaga Pompa	: 0,176 kW
Power motor	: 0,372 kW
Kecepatan spesifik	: 4.433,280 rpm
Efisiensi motor	: 0,80

18. Pompa Utilitas-03 (PU-103)

Tugas	: Mengalirkan air dari TU-101 ke CLU
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	: 11,843 m ³ /jam
<i>Head</i> pompa	: 3,106 m
Tenaga Pompa	: 0,177 kW
Power motor	: 0,373 kW
Kecepatan spesifik	: 4.430,485 rpm
Efisiensi motor	: 0,80

19. Pompa Utilitas-04 (PU-104)

Tugas	: Mengalirkan air dari CLU ke SFU
-------	-----------------------------------

Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	: 10,659 m ³ /jam
<i>Head</i> pompa	: 3,902 m
Tenaga Pompa	: 0,203 kW
Power motor	: 0,373 kW
Kecepatan spesifik	: 3.543,100 rpm
Efisiensi motor	: 0,80

20. Pompa Utilitas-05 (PU-105)

Tugas	: Mengalirkan air dari SFU ke BU-102
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	: 10,659 m ³ /jam
<i>Head</i> pompa	: 2,215 m
Tenaga Pompa	: 0,115 kW
Power motor	: 0,373 kW
Kecepatan spesifik	: 5.416,675 rpm
Efisiensi motor	: 0,80

21. Pompa Utilitas-06 (PU-106)

Tugas	: Mengalirkan air dari BU-102
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	: 10,659 m ³ /jam
<i>Head</i> pompa	: 6,737 m

Tenaga Pompa	: 0,351 kW
Power motor	: 0,746 kW
Kecepatan spesifik	: 2.352,177 rpm
Efisiensi motor	: 0,80

22. Pompa Utilitas-07 (PU-107)

Tugas	: Mengalirkan air dari TU-102 untuk keperluan domestik
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	: 4,735 m ³ /jam
<i>Head</i> pompa	: 8,455 m
Tenaga Pompa	: 0,266 kW
Power motor	: 0,373 kW
Kecepatan spesifik	: 1.322,104 rpm
Efisiensi motor	: 0,80

23. Pompa Utilitas-08 (PU-108)

Tugas	: Mengalirkan air dari BU-103 ke alat-alat proses
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	: 35,601 m ³ /jam
<i>Head</i> pompa	: 6,021 m
Tenaga Pompa	: 0,853 kW

Power motor	: 1,119 kW
Kecepatan spesifik	: 4.676,798 rpm
Efisiensi motor	: 0,80

24. Pompa Utilitas-09 (PU-109)

Tugas	: Mengalirkan air dari KEU ke AEU
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	: 19,646 m ³ /jam
<i>Head</i> pompa	: 3,729 m
Tenaga Pompa	: 0,329 kW
Power motor	: 0,746 kW
Kecepatan spesifik	: 4.975,881 rpm
Efisiensi motor	: 0,80

25. Pompa Utilitas-10 (PU-110)

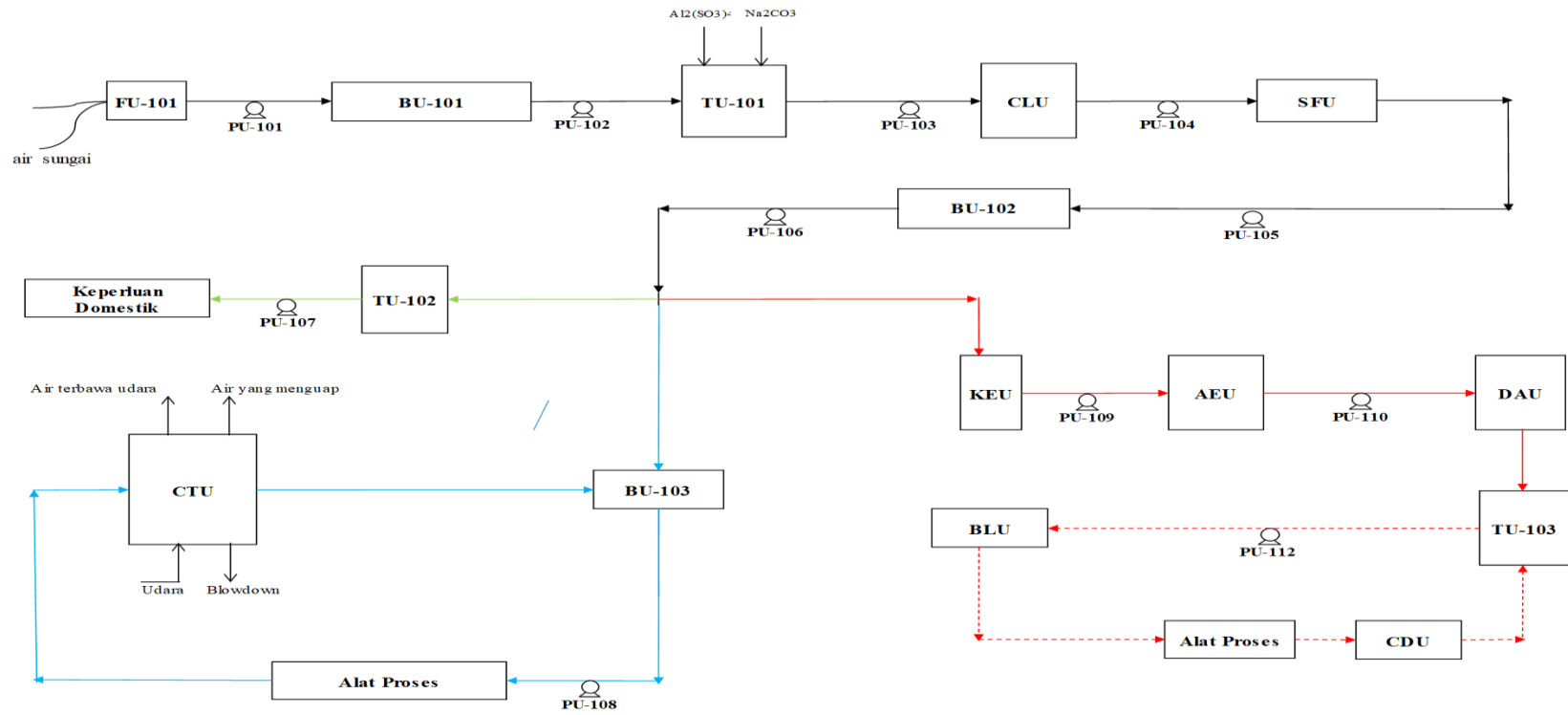
Tugas	: Mengalirkan air dari AEU ke DAU
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	: 19,646 m ³ /jam
<i>Head</i> pompa	: 5,658 m
Tenaga Pompa	: 0,443 kW
Power motor	: 0,746 kW
Kecepatan spesifik	: 3.639,886 rpm
Efisiensi motor	: 0,80

26. Pompa Utilitas-11 (PU-111)

Tugas	: Mengalirkan air dari DAU ke TU-103
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	: 19,646 m ³ /jam
<i>Head</i> pompa	: 5,639 m
Tenaga Pompa	: 0,498 kW
Power motor	: 0,746 kW
Kecepatan spesifik	: 3.649,178 rpm
Efisiensi motor	: 0,80

27. Pompa Utilitas-12 (PU-112)

Tugas	: Mengalirkan air dari TU-103 ke BLU
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	: 19,646 m ³ /jam
<i>Head</i> pompa	: 4,213 m
Tenaga Pompa	: 0,372 kW
Power motor	: 0,746 kW
Kecepatan spesifik	: 4.540,700 rpm
Efisiensi motor	: 0,80



Gambar 4. 6 Diagram pengolahan air

Keterangan:

- | | | | |
|----------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------------|
| BU : Bak Utilitas | SFU : Sand Filter | DAU : Deaerator | CTU : Cooling Tower |
| TU : Tangki Utilitas | KEU : Kation Exchanger Unit | BLU : Boiler | PU : Pompa Utilitas |
| CLU : Clarifier | AEU : Anion Exchanger Unit | CDU : Condenser | FU : Screening Filter |

4.7 Organisasi Perusahaan

4.7.1 Bentuk Perusahaan

Ditinjau dari badan hukum, bentuk perusahaan dapat dibedakan menjadi empat bagian, yaitu:

1. Perusahaan perseorangan, modal hanya dimiliki oleh satu orang yang bertanggung jawab penuh terhadap keberhasilan perusahaan.
2. Persekutuan firma, modal dapat dikumpulkan dari dua orang bahkan lebih, tanggung jawab perusahaan didasari dengan perjanjian yang pendiriannya berdasarkan dengan akte notaris.
3. Persekutuan Komanditer (*Commanditaire Venootshaps*) yang biasa disingkat dengan CV terdiri dari dua orang atau lebih yang masing-masingnya memiliki peran sebagai sekutu aktif (orang yang menjalankan perusahaan) dan sekutu pasif (orang yang hanya memasukkan modalnya dan bertanggung jawab sebatas dengan modal yang dimasukan saja).
4. Perseroan Terbatas (PT), modal diperoleh dari penjualan saham untuk mendirikan perusahaan, pemegang saham bertanggung jawab sebesar modal yang dimiliki.

Dengan pertimbangan diatas maka 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 sekutu 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.

Ciri-ciri Perseroan Terbatas (PT) adalah:

1. Perusahaan didirikan dengan akta notaris berdasarkan kitab undang-undang hukum dagang.
2. Pemilik perusahaan adalah pemilik pemegang saham.
3. Biasanya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-saham.
4. Perusahaan dipimpin oleh direksi yang dipilih oleh para pemegang saham.
5. Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada direksi dengan memperhatikan undang-undang pemburuhan.

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. Ada beberapa macam struktur organisasi antara lain:

1. Struktur Organisasi *Line*

Di dalam struktur organisasi ini biasanya paling sedikit mempunyai tiga fungsi dasar yaitu, produksi, pemasaran dan keuangan. Fungsi ini tersusun dalam suatu organisasi dimana rantai perintah jelas dan mengalir ke bawah melalui tingkatan-tingkatan manajerial. Individu-individu dalam departemen-departemen melaksanakan kegiatan utama perusahaan. Setiap orang mempunyai hubungan pelaporan hanya ke satu atasan, sehingga ada kesatuan perintah.

2. Struktur Organisasi Fungsional

Staf fungsional memiliki hubungan terkuat dengan saluran-saluran line. Jika dilimpahkan wewenang fungsional oleh manajemen puncak, maka seorang staf fungsional mempunyai hak untuk memerintah saluran line sesuai kegiatan fungsional.

3. Struktur Organisasi *Line and Staff*

Staf merupakan individu maupun kelompok dalam struktur organisasi yang fungsi utamanya adalah memberikan saran dan pelayanan kepada fungsi line. Pada umumnya, staf tidak secara langsung terlibat dalam kegiatan utama organisasi, posisi staf untuk memberikan saran dan pelayanan departemen line dan membantu agar tercapainya tujuan organisasi yang lebih efektif.

Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang terbaik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman antara lain (Zamani, 1998):

1. Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas,

2. Tujuan organisasi harus dipahami oleh setiap orang dalam organisasi,
3. Tujuan organisasi harus diterima oleh setiap orang dalam organisasi,
4. Adanya kesatuan arah (*unity of direction*),
5. Adanya kesatuan perintah (*unity of command*)
6. Adanya keseimbangan antara wewenang dan tanggung jawab
7. Adanya pembagian tugas (*distribution of work*)
8. Adanya koordinasi
9. Struktur organisasi disusun sederhana
10. Pola dasar organisasi harus relatif permanen
11. Adanya jaminan batas (*unity of tenure*)
12. Balas jasa yang diberikan kepada setiap orang harus setimpal dengan jasanya.
13. Penempatan orang harus sesuai keahliannya.

Berdasarkan macam-macam struktur organisasi dan pedomannya, maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik adalah sistem line and staf. Pada sistem ini, garis kekuasaan sederhana dan praktis. Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi sistem line dan staff ini yaitu:

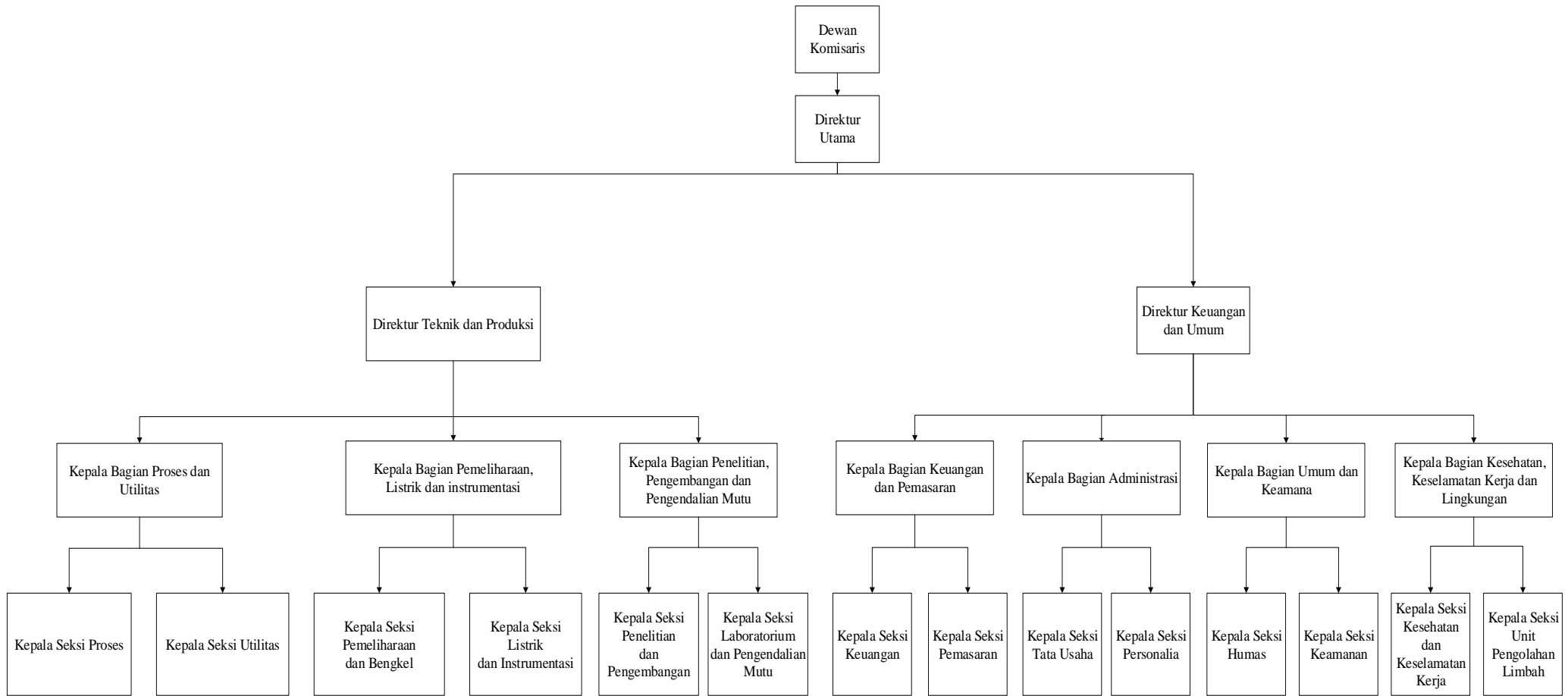
1. Sebagai garis atau *line* yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
2. Sebagai *staff* yaitu orang-orang yang melaksanakan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya. Dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh Dewan Komisaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Keuangan dan Umum. Direktur membawahi beberapa Kepala Bagian dan Kepala Bagian ini akan membawahi para karyawan perusahaan.

Dengan adanya struktur organisasi pada perusahaan maka akan didapatkan beberapa keuntungan, antara lain:

1. Menjelaskan dan menjernihkan persoalan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab, wewenang, dan lain-lain.
2. Penempatan pegawai yang lebih tepat.
3. Penyusunan program pengembangan manajemen akan lebih terarah.
4. Ikut menentukan pelatihan yang diperlukan untuk pejabat yang sudah ada.
5. Sebagai bahan orientasi untuk pejabat.
6. Dapat mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku

Berikut bagan dan struktur organisasi dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4. 7 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 merupakan pelaksana dari para pemilik saham, sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab terhadap pemilik saham.

Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi :

1. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahan pemasaran.
2. Mengawasi tugas-tugas direktur utama.
3. Membantu direktur utama dalam hal-hal penting.

4.7.3.3 Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya dalam hal maju mundurnya perusahaan. Direktur Utama bertanggung jawab pada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Produksi dan Teknik, serta Direktur Keuangan dan Umum.

Direktur utama membawahi :

a. Direktur Teknik dan Produksi

Tugas Direktur Teknik dan Produksi adalah memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang produksi dan operasi, teknik, pengembangan, pemeliharaan peralatan, pengadaan, dan laboratorium.

b. Direktur Keuangan dan Umum

Tugas Direktur Keuangan dan Umum adalah bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan administrasi, personalia, keuangan, pemasaran, humas, keamanan, dan keselamatan kerja.

4.7.3.4 Kepala Bagian

Secara umum tugas Kepala Bagian adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian

dapat juga bertindak sebagai staff direktur. Kepala bagian ini bertanggung jawab kepada direktur masing-masing. Kepala bagian terdiri dari :

4.7.3.4.1 Kepala Bagian Proses dan Utilitas

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pabrik dalam bidang proses dan penyediaan utilitas.

4.7.3.4.2 Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan dan fasilitas penunjang kegiatan produksi.

4.7.3.4.3 Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan, dan Pengendalian Mutu

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan penelitian, pengembangan perusahaan, dan pengawasan mutu.

4.7.3.4.4 Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran, pengadaan barang, serta pembukuan keuangan.

4.7.3.4.5 Kepala Bagian Administrasi

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan tata usaha, personalia dan rumah tangga perusahaan.

4.7.3.4.6 Kepala Bagian Humas dan Keamanan

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan antara perusahaan dan masyarakat serta menjaga keamanan perusahaan.

4.7.3.4.7 Kepala Bagian Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan

Tugas : Bertanggung jawab terhadap keamanan pabrik dan kesehatan dan keselamatan kerja karyawan.

4.7.3.5 Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh para Kepala Bagian masing-masing. Setiap kepala seksi bertanggung jawab terhadap kepala bagian masing-masing sesuai dengan seksinya.

4.7.3.5.1 Kepala Seksi Proses

Tugas : Memimpin langsung serta memantau kelancaran proses produksi.

4.7.3.5.2 Kepala Seksi Utilitas

Tugas : Bertanggung jawab terhadap penyediaan air, steam, bahan bakar, dan udara tekan baik untuk proses maupun instrumentasi.

4.7.3.5.3 Kepala Seksi Pemeliharaan dan Bengkel

Tugas : Bertanggung jawab atas kegiatan perawatan dan penggantian alat-alat serta fasilitas pendukungnya.

4.7.3.5.4 Kepala Seksi Listrik dan Instrumentasi

Tugas : Bertanggung jawab terhadap penyediaan listrik serta kelancaran alat-alat instrumentasi.

4.7.3.5.5 Kepala Seksi Bagian Penelitian dan Pengembangan

Tugas : Mengkoordinasi kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan peningkatan produksi dan efisiensi proses secara keseluruhan.

4.7.3.5.6 Kepala Seksi Laboratorium dan Pengendalian Mutu

Tugas : Menyelenggarakan pengendalian mutu untuk bahan baku, bahan pembantu, produk dan limbah.

4.7.3.5.7 Kepala Seksi Keuangan

Tugas : Bertanggung jawab terhadap pembukuan serta hal-hal yang berkaitan dengan keuangan perusahaan.

4.7.3.5.8 Kepala Seksi Pemasaran

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran produk dan pengadaan bahan baku pabrik.

4.7.3.5.9 Kepala Seksi Tata Usaha

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan rumah tangga perusahaan serta tata usaha kantor.

4.7.3.5.10 Kepala Seksi Personalia

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan kepegawaian.

4.7.3.5.11 Kepala Seksi Humas

Tugas : Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan, pemerintah, dan masyarakat

4.7.3.5.12 Kepala Seksi Keamanan

Tugas : Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.

4.7.3.5.13 Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Tugas : Mengurus masalah kesehatan karyawan dan keluarga, serta menangani masalah keselamatan kerja di perusahaan.

4.7.3.5.14 Kepala Seksi Unit Pengolahan Limbah

Tugas : Bertanggung jawab terhadap limbah pabrik agar sesuai dengan baku mutu limbah.

4.7.4 Pembagian Jam Kerja

Pabrik DME dari metanol 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 jawaan 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. 13 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

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 mengacu UUD pasal 14 ayat (1, 2) PP nomor 78 Tahun 2015 dan peraturan menteri No 1 Tahun 2017 tentang struktur dan skala upah setiap golongan jabatan.

b. Gaji Harian

Gaji yang diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian sesuai peraturan dirjen pajak nomor 31/PJ/2009.

c. Gaji Lembur

Gaji yang diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja pokok sesuai pasal 10 kep.234/Men/2003 dimana untuk jam kerja lembur pertama dibayar sebesar 1,5 kali upah sejam dan untuk jam lembur berikutnya dibayar 2 kali upah sejam.

Berikut adalah perincian jumlah dan gaji karyawan sesuai dengan jabatan:

Tabel 4. 14 Daftar gaji karyawan

Jabatan	Jumlah	Gaji per Bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
Direktur Utama	1	80.000.000,00	80.000.000,00

Direktur Teknik dan Produksi	1	65.000.000,00	65.000.000,00
Direktur Keuangan dan Umum	1	65.000.000,00	65.000.000,00
Staff Ahli	1	15.000.000,00	15.000.000,00

Tabel 4. 17 Daftar gaji karyawan (Lanjutan)

Ka. Bag Umum	1	18.000.000,00	18.000.000,00
Ka. Bag. Pemasaran	1	18.000.000,00	18.000.000,00
Ka. Bag. Keuangan	1	18.000.000,00	18.000.000,00
Ka. Bag. Teknik	1	18.000.000,00	18.000.000,00
Ka. Bag. Produksi	1	18.000.000,00	18.000.000,00
Ka. Bag. Litbang	1	18.000.000,00	18.000.000,00
Ka. Sek. Personalia	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Sek. Humas	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Sek. Keamanan	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Sek. Pembelian	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Sek. Pemasaran	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Sek. Administrasi	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Sek. Kas/Anggaran	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Sek. Proses	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Sek. Pengendalian	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Sek. Laboratorium	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Sek. Utilitas	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Sek. Pengembangan	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Sek. Penelitian	1	15.000.000,00	24.000.000,00
Karyawan Personalia	3	8.000.000,00	24.000.000,00
Karyawan Humas	3	8.000.000,00	24.000.000,00
Karyawan Keamanan	6	5.000.000,00	30.000.000,00
Karyawan Pembelian	4	8.000.000,00	32.000.000,00

Karyawan Pemasaran	4	8.000.000,00	32.000.000,00
Karyawan Administrasi	3	8.000.000,00	24.000.000,00
Karyawan Kas/Anggaran	3	8.000.000,00	24.000.000,00

Tabel 4. 17 Daftar gaji karyawan (Lanjutan)

Karyawan Proses	8	8.000.000,00	64.000.000,00
Karyawan Pengendalian	5	8.000.000,00	40.000.000,00
Karyawan Laboratorium	4	8.000.000,00	32.000.000,00
Karyawan Pemeliharaan	7	8.000.000,00	56.000.000,00
Karyawan Utilitas	10	8.000.000,00	80.000.000,00
Karyawan KKK	6	8.000.000,00	48.000.000,00
Karyawan Litbang	3	8.000.000,00	24.000.000,00
Operator	32	6.500.000,00	208.000.000,00
Sekretaris	5	8.000.000,00	40.000.000,00
Dokter	2	8.000.000,00	16.000.000,00
Paramedis	3	5.000.000,00	15.000.000,00
Sopir	6	3.500.000,00	21.000.000,00
<i>Cleaning Service</i>	5	2.700.000,00	13.500.000,00
Total	145		1.375.500.000,00

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. 15 *Chemical Engineering Plant Cost Index*

No	Tahun (Xi)	Indeks (Yi)
1	1990	356
2	1991	361,3
3	1992	358,2
4	1993	359,2
5	1994	368,1
6	1995	381,1
7	1996	381,7
8	1997	386,5
9	1998	389,5
10	1999	390,6
11	2000	394,1
12	2001	394,3
13	2002	395,6
14	2003	402
15	2004	444,2
16	2005	468,2
17	2006	499,6
18	2007	525,4
19	2008	575,4
20	2009	521,9
21	2010	550,8
22	2011	585,7
23	2012	584,6

24	2013	567,3
25	2014	576,1
26	2015	556,8
27	2016	541,7
28	2017	567,5

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*) dan (*Chemical engineering progress, 2017*)

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

Dimana :

- E_x : Harga alat pada tahun x
- E_y : Harga alat pada tahun y
- N_x : Index harga pada tahun x
- N_y : Index harga pada tahun y

Apabila suatu alat dengan kapasitas tertentu ternyata tidak ada spesifikasi di referensi, maka harga alat dapat diperkirakan dengan persamaan: (*Peters & Timmerhaus, 1980*)

$$E_b = E_a \left[\frac{C_b}{C_a} \right]^{0.6}$$

Dimana:

- E_a : Harga alat a
- E_b : Harga alat b
- C_a : Kapasitas alat a
- C_b : Kapasitas alat b

Untuk menentukan nilai indeks CEP berdasarkan dari harga yang sudah ada seperti yang dikemukakan oleh *Peters* dan *Timmerhaus* tahun 1980 serta data-data yang diperoleh dari 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 2014 adalah 576,1. Sementara nilai CEP indeks pada tahun pembelian yaitu tahun 2022 adalah 646,42.

4.8.2 Dasar Perhitungan

- | | |
|---------------------------|--|
| a. Kapasitas produksi | : 50.000 ton/tahun |
| b. Pabrik beroperasi | : 330 hari kerja |
| c. Umur alat | : 10 tahun |
| d. Kurs mata uang | : \$ 1= Rp. 14.476,00 (7 Agustus 2018) |
| e. Tahun pabrik didirikan | : 2022 |

4.8.3 Perhitungan 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. 19 *Physical Plant Cost (PPC)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Purchased Equipment Cost</i>	Rp 32.874.205.641	\$ 2.270.945
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	Rp 8.218.551.410	\$ 832.694
3	<i>Installation Cost</i>	Rp 5.522.884.715	\$ 607.188

Tabel 4. 19 *Physical Plant Cost (PPC) (Lanjutan)*

4	<i>Piping Cost</i>	Rp 18.313.008.186	\$ 1.910.509
5	<i>Instrumentation Cost</i>	Rp 8.247.319.747	\$ 844.537
6	<i>Insulation Cost</i>	Rp 1.284.151.497	\$ 137.549
7	<i>Electrical Cost</i>	Rp 4.496.548.096	\$ 333.078
8	<i>Land & Yard Improvement</i>	Rp 5.489.500.000	\$ 379.214
9	<i>Building Cost</i>	Rp 21.958.000.000	\$ 1.516.855
<i>Physical Plan Cost (PPC)</i>		Rp 101.087.211.907	\$ 6.983.090

Tabel 4. 20 *Direct Plant Cost (DPC)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Engineering & Contruction</i>	Rp 20.217.442.381	\$ 1.453.372
<i>Total (DPC + PPC)</i>		Rp 126.234.050.113	\$ 8.720.230

Tabel 4. 21 *Fixed Capital Investment (FCI)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Direct Plan Cost</i>	Rp 121.304.654.288	\$ 8.379.708
2	<i>Cotractor's fee</i>	Rp 12.130.465.429	\$ 837.971
3	<i>Contingency</i>	Rp 12.130.465.429	\$ 837.971

<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	Rp 145.565.585.146	\$ 10.055.650
--	---------------------------	----------------------

b. *Working Capital Investment*

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

Tabel 4. 22 *Total Working Capital Investment (TWCI)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	Rp 40.356.905.952	\$ 2.787.849
2	<i>In Process Inventory</i>	Rp 1.075.352.066	\$ 74.285
3	<i>Product Inventory</i>	Rp 32.260.561.980	\$ 2.228.555
4	<i>Extended Credit</i>	Rp 39.809.000.000	\$ 2.750.000

Tabel 4. 22 *Total Working Capital Investment (TWCI) (Lanjutan)*

5	<i>Available Cash</i>	Rp 64.521.123.959	\$ 4.457.110
<i>Working Capital Investment</i>		Rp 178.022.943.957	\$ 12.297.799

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. 23 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material</i>	Rp 443.925.965.468	\$ 30.666.342
2	<i>Labor</i>	Rp 17.340.000.000	\$ 1.197.845
3	<i>Supervision</i>	Rp 3.468.000.000	\$ 239.569
4	<i>Maintenance</i>	Rp 36.391.396.286	\$ 2.513.912
5	<i>Plant Supplies</i>	Rp 5.458.709.443	\$ 377.087
6	<i>Royalty and Patents</i>	Rp 8.757.980.000	\$ 605.000
7	<i>Utilities</i>	Rp 76.337.642.139	\$ 5.273.393
<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>		Rp 591.679.693.336	\$ 40.873.148

Tabel 4. 24 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	Rp 2.601.000.000	\$ 179.677
2	<i>Laboratory</i>	Rp 1.734.000.000	\$ 119.784
3	<i>Plant Overhead</i>	Rp 8.670.000.000	\$ 598.922
4	<i>Packaging and Shipping</i>	Rp 87.579.800.000	\$ 6.050.000
<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>		Rp 100.584.800.000	\$ 6.948.384

Tabel 4. 25 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	Rp 14.556.558.515	\$ 1.005.565
2	<i>Property taxes</i>	Rp 1.455.655.851	\$ 100.556
3	<i>Insurance</i>	Rp 1.455.655.851	\$ 100.556
<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>		Rp 17.467.870.218	\$ 1.206.678

Tabel 4. 26 *Total Manufacturing Cost (TMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Direct Manufacturing Cost</i>	Rp 591.679.693.336	\$ 40.873.148
2	<i>Indirect Manufacturing Cost</i>	Rp 100.584.800.000	\$ 6.948.384
3	<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	Rp 17.467.870.218	\$ 1.206.678
<i>Manufacturing Cost</i>		Rp 709.732.363.554	\$ 49.028.210

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. 27 *General Expense (GE)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Administration</i>	Rp 21.291.970.907	\$ 1.470.846
2	<i>Sales expense</i>	Rp 35.486.618.178	\$ 2.451.410

3	<i>Research</i>	Rp 28.389.294.542	\$ 1.961.128
4	<i>Finance</i>	Rp 12.943.541.164	\$ 894.138
General Expense (GE)		Rp 98.111.424.791	\$ 6.777.523

Tabel 4. 28 *Total Production Cost (TPC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	Rp 709.732.363.554	\$ 49.028.210
2	<i>General Expense (GE)</i>	Rp 98.111.424.791	\$ 6.777.523
Total Production Cost (TPC)		Rp 807.843.788.344	\$ 55.805.733

4.8.3.4 Analisis Keuntungan

a. Keuntungan Sebelum Pajak

Total penjualan : Rp 875.798.000.000

Total biaya produksi : Rp 807.843.788.344

Keuntungan : Total penjualan - Total biaya produksi

: Rp 67.954.211.656

b. Keuntungan Sesudah Pajak

Pajak keuntungan sebesar 50-52% (*Aries & Newton, 1955*).

Pajak : 50 % x Rp 67.954.211.656

: Rp 33.977.105.828

Keuntungan : Keuntungan sebelum pajak – pajak

: Rp 33.977.105.828

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

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

a. ROI sebelum pajak (ROI_b)

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

$$\text{ROI}_b = 46,68 \% \quad (\text{pabrik memenuhi kelayakan})$$

b. ROI setelah pajak (ROI_a)

$$\text{ROI}_a = 23,34 \%$$

2. *Pay Out Time (POT)*

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

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

a. POT sebelum pajak (POT_b)

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

$$\text{POT}_b = 1,76 \text{ tahun} \quad (\text{pabrik memenuhi kelayakan})$$

b. POT setelah pajak (POT_a)

$$\text{POT}_a = 3,00 \text{ tahun}$$

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 40 – 60 %.

$$\text{BEP} = \frac{Fa + 0.3Ra}{Sa - Va - 0.7Ra} \times 100\%$$

Tabel 4. 29 Annual Fixed Cost (Fa)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Depreciation	Rp 14.556.558.515	\$ 1.005.565
2	Property taxes	Rp 1.455.655.851	\$ 100.556
3	Insurance	Rp 1.455.655.851	\$ 100.556
Fixed Cost (Fa)		Rp 17.467.870.218	\$ 1.206.678

Tabel 4. 30 Annual Variable Cost (Va)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Raw material	Rp 443.925.965.468	\$ 30.666.342
2	Packaging & shipping	Rp 87.579.800.000	\$ 6.050.000
3	Utilities	Rp 76.337.642.139	\$ 5.273.393
4	Royalties and Patents	Rp 8.757.980.000	\$ 605.000
Variable Cost (Va)		Rp 616.601.387.607	\$ 42.594.735

Tabel 4. 31 *Annual Regulated Cost (Ra)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Labor cost</i>	Rp 17.340.000.000	\$ 1.197.845
2	<i>Plant overhead</i>	Rp 8.670.000.000	\$ 598.922
3	<i>Payroll overhead</i>	Rp 2.601.000.000	\$ 179.677
4	<i>Supervision</i>	Rp 3.468.000.000	\$ 239.569
5	<i>Laboratory</i>	Rp 1.734.000.000	\$ 119.784
6	<i>Administration</i>	Rp 21.291.970.907	\$ 1.470.846
7	<i>Finance</i>	Rp 12.943.541.164	\$ 894.138
8	<i>Sales expense</i>	Rp 35.486.618.178	\$ 2.451.410
9	<i>Research</i>	Rp 28.389.294.542	\$ 1.961.128
10	<i>Maintenance</i>	Rp 36.391.396.286	\$ 2.513.912
11	<i>Plant supplies</i>	Rp 5.458.709.443	\$ 377.087
<i>Regulated Cost (Ra)</i>		Rp 173.774.530.520	\$ 12.004.320

Tabel 4. 32 *Annual Sales Cost (Sa)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Annual Sales Cost</i>	Rp 875.798.000.000	\$ 60.500.000
<i>Annual Sales Cost (Sa)</i>		Rp 875.798.000.000	\$ 60.500.000

BEP = 50,60 % (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*.

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

$$SDP = 37,90 \%$$

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 145.565.585.146
<i>Working Capital Investment (WCI)</i>	: Rp 178.022.943.957
<i>Salvage value (SV) = Depresiasi</i>	: Rp 14.556.558.515
<i>Cash flow (CF)</i>	: Rp 61.477.205.507

Discounted cash flow dihitung secara *trial & error*

Persamaan untuk menentukan DCFR:

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

$$R = S$$

Dengan *trial & error* diperoleh nilai i : 0,2118

$$DCFR = 19,04 \%$$

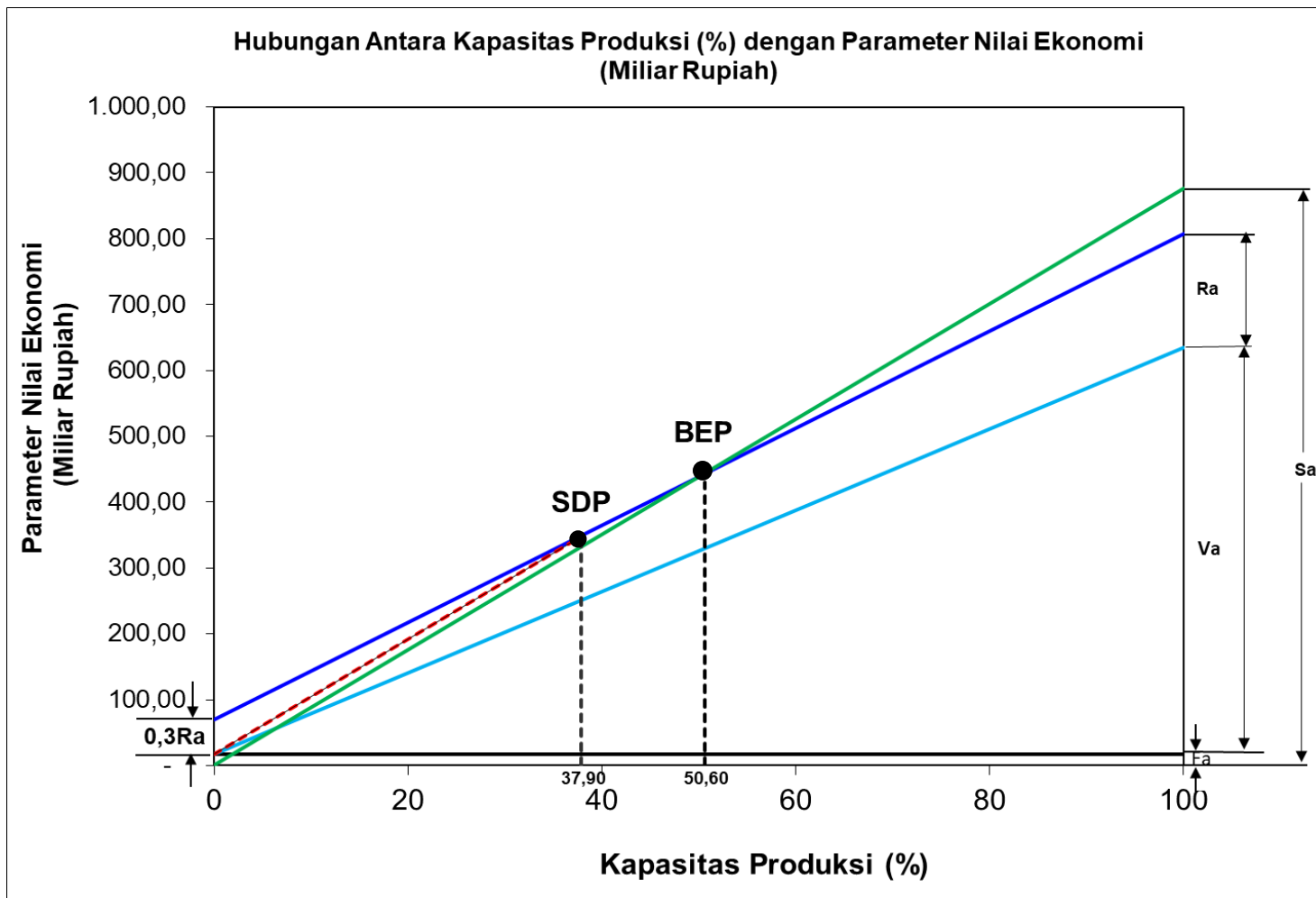
Minimum nilai DCFR : 1,5 x bunga pinjaman bank (*Aries Newton*)

Bunga bank : 5,75 %

Kesimpulan : Memenuhi syarat ($1,5 \times 5,75\% = 8,63\%$)

(Didasarkan pada suku bunga pinjaman di bank saat ini adalah 5,75%
,www.bi.go.id, berlaku mulai September 2018)

Syarat minimum DCFR adalah di atas suku bunga pinjaman bank yaitu
sekitar 1.5 x suku bunga pinjaman bank ($1.5 \times 5,75\% = 8,63\%$).



Gambar 4. 8 Grafik Analisa Kelayakan