

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

Syarat penting untuk memperkirakan biaya secara akurat sebelum mendirikan pabrik dalam suatu perancangan rancangan pabrik diantaranya tata letak peralatan dan fasilitas yang meliputi desain sarana perpipaan, fasilitas bangunan, jenis dan jumlah peralatan dan kelistrikan. Hal ini secara khusus akan memberikan informasi yang dapat diandalkan terhadap biaya bangunan dan tempat sehingga dapat diperoleh perhitungan biaya yang terperinci sebelum pendirian pabrik.

1.1. Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik sangat menentukan kemajuan dan kelangsungan dari industry, baik pada masa sekarang maupun masa yang akan datang. Karena hal ini berpengaruh terhadap factor produksi dan distribusi dari pabrik yang didirikan. Pemilihan lokasi pabrik yang tepat berdasarkan perhitungan biaya produksi dan distribusi yang minimal serta pertimbangan sosiologi dan budaya masyarakat di sekitar lokasi pabrik (Timmerhaus, 2004).

Pabrik n-Butil Metakrilat dengan kapasitas 30.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di Cilegon karena lokasi yang cukup strategis untuk mendirikan pabrik ini serta merupakan daerah kawasan industri. Berdasarkan pertimbangan diatas, maka ditentukan rencana pendirian pabrik n-Butil Metakrilat ini berlokasi di daerah Cilegon, Banten. Faktor-faktor yang menjadi dasar pertimbangan dalam menentukan lokasi pabrik adalah sebagai berikut:

1.1.1. Penyediaan Bahan Baku

Ketersediaan bahan baku merupakan salah satu variable yang penting dalam pemilihan lokasi suatu pabrik. Pabrik yang didirikan harus mudah diperoleh atau tersedianya sarana transportasi yang memadai. Bahan baku Asam Metakrilat diperoleh dari PT. Nippon Shokubai, Cilegon berkapasitas produksi 80.000 ton/tahun; Butanol dari PT. Oxo Nusantara, Gresik berkapasitas produksi 60.000 ton/tahun dan Asam Sulfat dari PT. Indonesia Acid Industry, Jakarta berkapasitas produksi 82.500 ton/tahun. Daerah Cilegon dekat dengan pelabuhan, sehingga bahan baku tersebut mudah diangkut. Lokasi kawasan industri dekat dengan pelabuhan merak sehingga memudahkan proses import dan ekspor.

1.1.2. Pemasaran Produk

Daerah Cilegon adalah daerah industri kimia yang besar dan terus berkembang dengan pesat. Hal ini menjadikan Cilegon sebagai pasar yang baik untuk n-Butil Metakrilat. Untuk pemasaran hasil produksi dapat dilakukan melalui jalan darat maupun laut. N-Butil Metakrilat yang dihasilkan dapat dipasarkan untuk industri-industri kertas, tekstil dan cat yang juga berada di Cilegon, Banten. Disamping itu, dekatnya lokasi pabrik dengan pelabuhan laut Banten akan mempermudah pemasaran produk.

1.1.3. Utilitas

Penyediaan air untuk utilitas mudah dan murah karena kawasan ini dekat dengan sungai dan laut. Sarana yang lain seperti bahan bakar dan listrik dapat diperoleh dengan mudah karena dekat dengan Pertamina dan PLTU.

1.1.4. Transportasi

Sarana transportasi untuk keperluan pengangkutan bahan baku dan pemasaran produk dapat ditempuh melalui jalur darat maupun laut. Pelabuhan dapat dijadikan tempat berlabuh untuk kapal yang mengangkut bahan baku maupun produk. Dengan tersedianya sarana baik darat maupun laut maka diharapkan kelancaran kegiatan proses produksi, serta kelancaran pemasaran baik pemasaran domestik maupun internasional.

1.1.5. Tenaga Kerja

Tenaga kerja tersebut dapat diperoleh dari daerah sekitar lokasi pabrik dan luar daerah. Tenaga kerja juga merupakan hal yang cukup penting untuk menunjang kelancaran proses produksi. Ketersediaan tenaga kerja yang terampil dan terdidik akan memperlancar jalannya proses produksi. Untuk tenaga kerja yang berkualitas dan berpotensi dipenuhi dari alumni Universitas seluruh Indonesia maupun tenaga asing, sedangkan untuk tenaga operator kebawah dapat dipenuhi dari daerah sekitar.

1.1.6. Keadaan Iklim

Lokasi yang dipilih merupakan lokasi yang cukup stabil karena memiliki iklim rata-rata yang cukup baik. Seperti daerah lain di Indonesia yang beriklim tropis dengan suhu udara berkisar 20 – 35⁰C. Bencana alam seperti gempa bumi, tanah longsor maupun banjir besar jarang terjadi sehingga operasi pabrik dapat berjalan lancar.

1.1.7. Faktor Penunjang Lain

Cilegon merupakan daerah kawasan industri yang telah ditetapkan oleh pemerintah, sehingga faktor-faktor seperti: tersedianya energi listrik, bahan bakar, air, iklim dan karakter tempat/lingkungan bukan merupakan suatu kendala karena semua telah dipertimbangkan pada penetapan kawasan tersebut sebagai kawasan industri.

Dengan pertimbangan di atas maka dapat disimpulkan bahwa kawasan Cilegon layak dijadikan pabrik n-Butil Metakrilat di Indonesia.

1.2. Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik merupakan bagian dari perancangan pabrik yang berfungsi untuk mengatur susunan letak bangunan untuk daerah proses, area perlengkapan, kantor, gedung, utilitas dan lainnya guna menjamin kelancaran proses produksi dengan baik dan efisien, serta menjaga keamanan dari pabrik tersebut.

Jalannya aliran proses dan aktifitas dari para pekerja yang ada, menjadi dasar pertimbangan dalam pengaturan bangunan-bangunan dalam suatu pabrik sehingga proses dapat berjalan dengan efektif, aman dan kontinyu.

Terdapat beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam menentukan tata letak pabrik, diantaranya:

1. Kemudahan dalam proses dan operasi yang disesuaikan dengan kemudahan dalam memelihara peralatan serta kemudahan mengontrol hasil produksi.
2. Keamanan (*safety*) terutama dari kemungkinan kebakaran dan keselamatan kerja.
3. Adanya kemungkinan perluasan pabrik.

4. Distribusi utilitas yang tepat dan ekonomis.
5. Kebebasan bergerak yang cukup leluasa di antara peralatan proses dan peralatan lainnya yang menyimpan bahan-bahan berbahaya.
6. Penggunaan ruang yang efektif dan ekonomis.
7. Masalah pengolahan limbah pabrik agar tidak mengganggu atau mencemari lingkungan.

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

Tabel 4. 1 Rincian luas tanah bangunan pabrik

Lokasi	Panjang, m	Lebar, m	Luas, m ²
	M	m	m ²
Kantor utama	25	10	250
PosKeamanan/satpam	3	3	9
Mess	20	10	200
ParkirKaryawan	8	16	128
ParkirTruk	10	18	180
Ruangtimbangtruk	8	8	64
Kantor teknikdanproduksi	12	10	120
Klinik	5	5	25
Masjid	8	8	64
Kantin	8	8	64
Bengkel	12	8	96
Unit pemadamkebakaran	8	5	40
Gudangalat	12	8	96
Laboratorium	8	5	40
Utilitas	14	10	140
Area proses	50	30	1500
Control Room	10	10	100
Control Utilitas	8	8	64
Taman	15	5	75
Perluasanpabrik	50	30	1500
Luas Tanah			4755
LuasBangunan			3180
Total	294	215	4755

1.3. Tata Letak Alat Proses

Faktor-faktor dalam penyusunan tata letak alat proses, yaitu:

4.3.1 Kemudahan Operasi

Ruang gerak pekerja yang leluasa dalam melaksanakan aktifitas produksi tergantung pada tata letak alat, karena jika letak alat yang strategis para pekerja akan dengan mudah mencapai seluruh alat proses dan akan memudahkan operasi.

4.3.2 Kemudahan Pemeliharaan

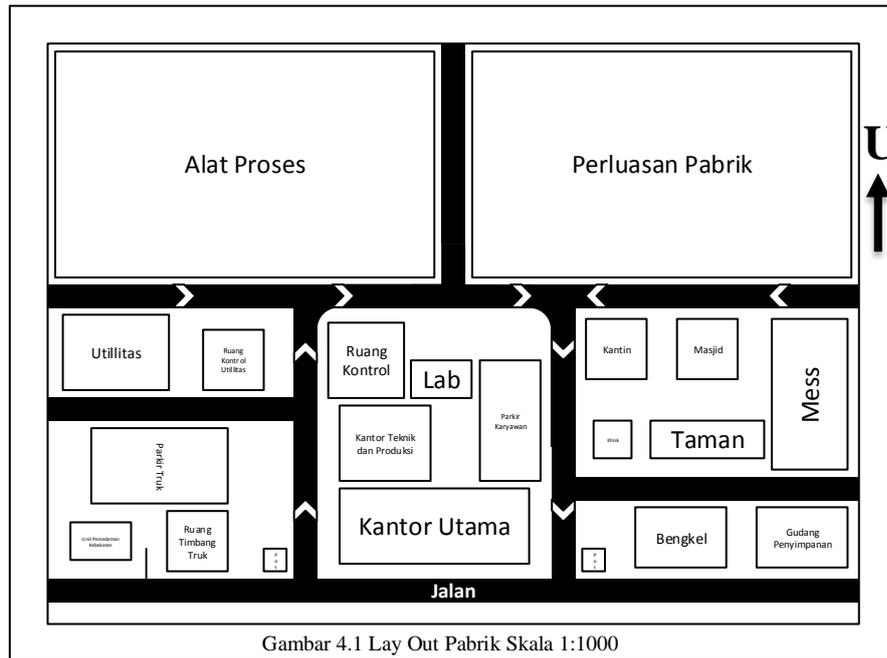
Pemeliharaan alat proses menjadi salah satu hal yang penting. Dengan ditematkannya alat proses pada tempat yang baik akan memberikan ruang gerak yang cukup, sehingga akan lebih mudah untuk memperbaiki alat yang rusak dan melakukan perawatan/pembersihan. Selain itu juga bisa menjadikan alat tersebut bekerja sebagaimana mestinya.

4.3.3 Keamanan

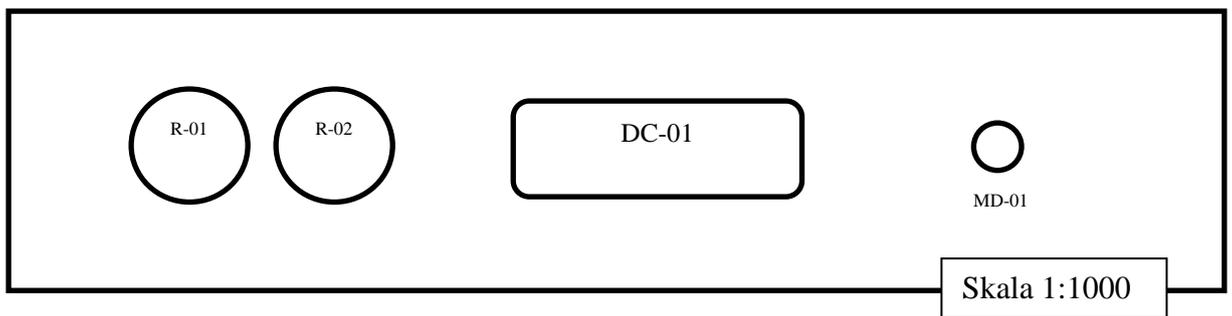
Dengan memisahkan alat proses berdasarkan pada suhu dan tekanan yang tinggi dan melakukan isolasi dengan isolator sehingga tidak membahayakan pekerja serta alat-alat lainnya. Dan penyediaan pintu darurat atau pintu cadangan sangat diperlukan karena sebagai akses para pekerja jika terjadi hal yang membahayakan, sehingga mereka bisa menyelamatkan diri dari hal-hal yang tidak diinginkan.

4.3.4 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.



Gambar 4. 1 Lay Out Pabrik



Gambar 4. 2 Tata Letak Alat Proses Pabrik n-Butil Metakrilat

1.4. Air Proses dan Material

4.4.1 Neraca Massa

1. Reaktor-01

Tabel 4. 2 Neraca massa reaktor alir tangki berpengaduk

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
$C_4H_6O_2$	2.464,512	579,306
$C_4H_{10}O$	2.891,764	1.269,610
H_2O	14,258	408,836
H_2SO_4	42,965	42,965
$C_8H_{14}O_2$	38,227	3.151,009
Total	5.451,726	5.451,726

2. Reaktor-02

Tabel 4. 3 Neraca massa reaktor alir tangki berpengaduk

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
$C_4H_6O_2$	579,306	172,516
$C_4H_{10}O$	1.269,610	919,581
H_2O	408,836	493,978
H_2SO_4	52,236	52,236
$C_8H_{14}O_2$	3.151,009	3.822,686
Total	5.460,997	5.460,997

3. Decanter

Tabel 4. 4 Neraca massa decanter

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
		Hasil Atas	Hasil Bawah
$C_4H_6O_2$	172,516	0	172,5159
$C_4H_{10}O$	919,581	882,426	37,1548
H_2O	493,978	0	493,9778
H_2SO_4	52,2362	0	52,2362
$C_8H_{14}O_2$	3.822,686	3.822,686	0
Total	5.460,997	5.460,997	

4. Menara Distilasi

Tabel 4. 5 Neraca massa menara distilasi

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
		Hasil Atas	Hasil Bawah
$C_4H_{10}O$	882,426	873,602	8,8242
$C_8H_{14}O_2$	3.822,686	38,227	3.784,4595
Total	4.705,113	4.705,113	

4.4.2 Neraca panas

1. Reaktor-01

Tabel 4. 6 Neraca panas reaktor alir tangki berpengaduk

Komponen	Q masuk (kJ/jam)	Q keluar (kJ/jam)
Umpan	832.577,0816	

Lanjutan Tabel 4. 6 Neraca panas reaktor alir tangki berpengaduk

Komponen	Q masuk (kJ/jam)	Q keluar (kJ/jam)
Produk		752682,5017
ΔH rekasi	1.515.062,6128	
ΔH pendingin		1.594.957,1928
Total	2.347.639,6945	2.347.639,6945

2. Reaktor-02

Tabel 4. 7 Neraca panas reaktor alir tangki berpengaduk

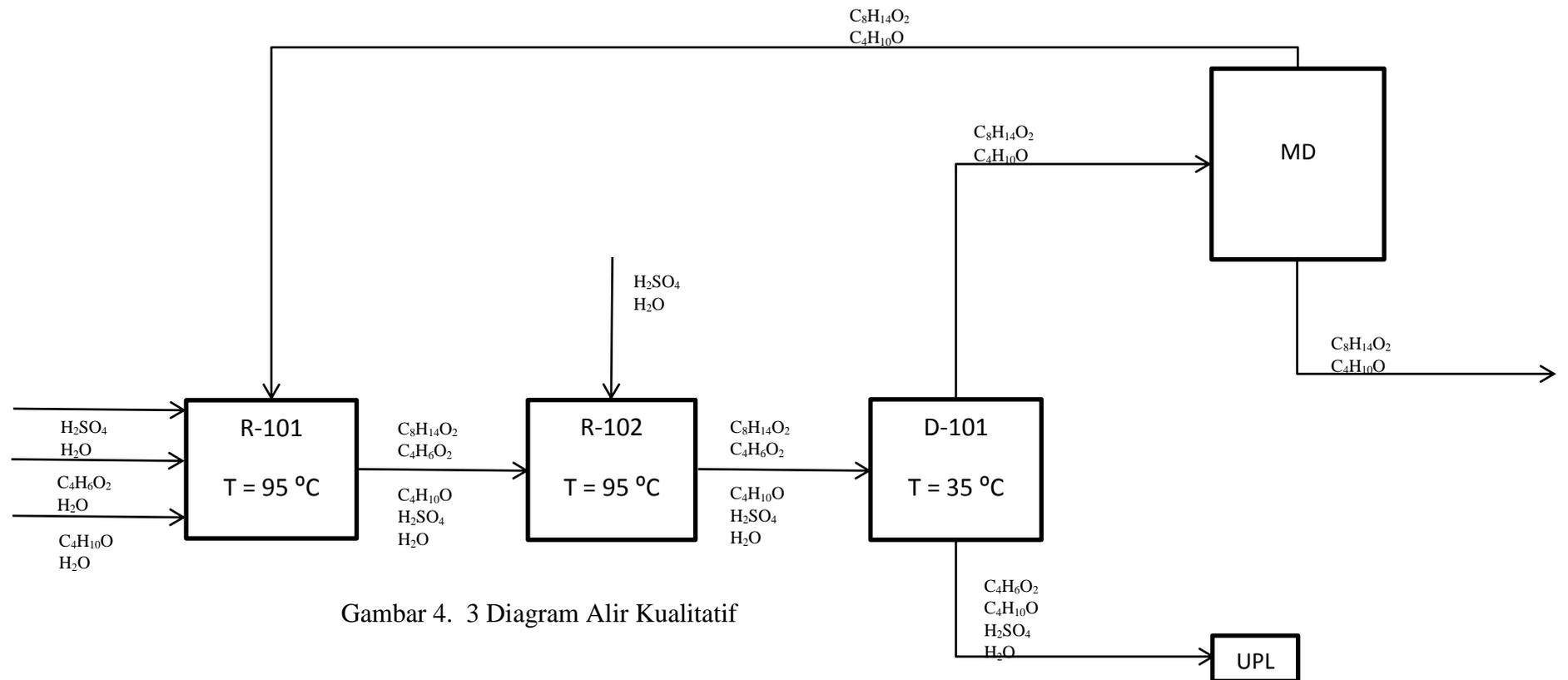
Komponen	Q masuk (kJ/jam)	Q keluar (kJ/jam)
Umpan	873.255,4674	
Produk		881.826,4044
ΔH rekasi	301.110,0499	
ΔH pendingin		292.539,1129
Total	1.174.365,5173	1.174.365,5173

3. Menara Distilasi

Tabel 4. 8 Neraca panas menara distilasi

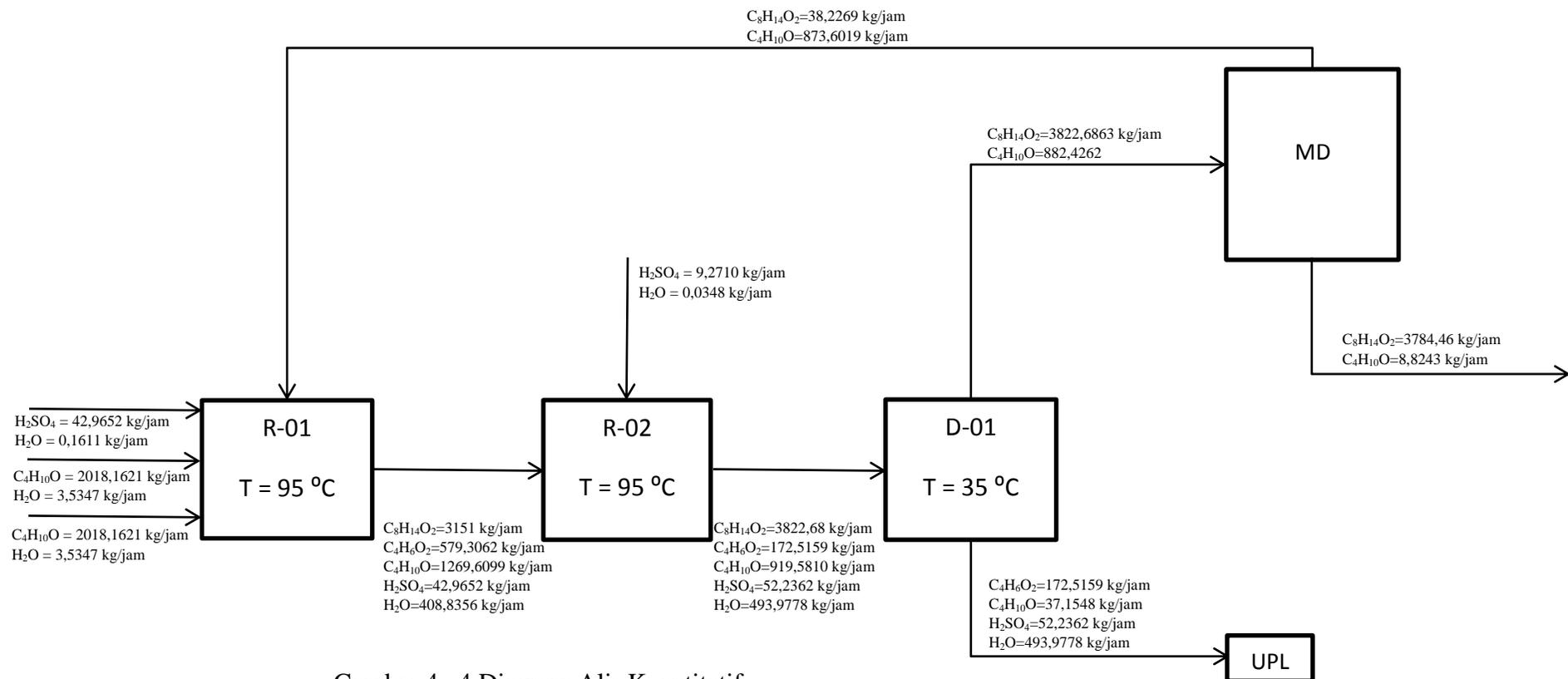
Komponen	Input	Output	
	Feed	Top	Bottom
C4H9OH	303.761,9375	237.154,0571	3.756,9127
C8H14O2	1.225.219,3583	9.687,9319	1.494.994,1538
Jumlah	1.528.981,30	246.841,99	1.498.751,07
		1.745.593,06	
Reboiler	860.136,41	-	
Kondenser	-	643.524,65	
Total	2.389.117,71	2.389.117,71	

4.4.3 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4. 3 Diagram Alir Kualitatif

4.4.4 Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 4. 4 Diagram Alir Kuantitatif

1.5. Perawatan

Maintenance berguna untuk menjaga saran atau fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan produktifitas 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. *Overhead* 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 meyebabkan kerusakan alat sehingga alat akan lebih sering dibersihkan.

c. Tenaga manusia

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

1.6. Pelayanan Teknik (Utilitas)

Untuk mendukung proses dalam suatu pabrik diperlukan sarana penunjang yang penting demi kelancaran jalannya proses produksi. Sarana penunjang merupakan sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan.

Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi didalam pabrik yaitu penyediaan utilitas. Penyediaan utilitas ini meliputi :

1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)
2. Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*)
3. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
4. Unit Penyedia Udara Instrumen (*Instrument Air System*)
5. Unit Penyediaan Bahan Bakar

4.6.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)

4.6.1.1 Unit Penyediaan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumbernya. Dalam perancangan pabrik n-butyl metakrilat ini, sumber air yang digunakan berasal dari air sungai Cidanau. Adapun penggunaan air sungai sebagai sumber air dengan pertimbangan sebagai berikut:

- a. Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana dan biaya pengolahan relatif murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya umumnya lebih besar.
- b. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.
- c. Jumlah air sungai lebih banyak dibanding dari air sumur.
- d. Letak sungai berada tidak jauh dari lokasi pabrik.

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik digunakan untuk:

1. Air pendingin

Pada umumnya air digunakan sebagai media pendingin karena faktor-faktor berikut:

- a. Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.
- b. Mudah dalam pengolahan dan pengaturannya.
- c. Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi persatuan volume.
- d. Tidak mudah menyusut secara berarti dalam batasan dengan adanya perubahan temperatur pendingin.

e. Tidak terdekomposisi.

2. Air Umpan Boiler (*Boiler Feed Water*)

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler adalah sebagai berikut :

a. Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi.

Korosi yang terjadi dalam boiler disebabkan air mengandung larutan-larutan asam, gas-gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S dan $NH_3 \cdot O_2$ masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar.

b. Zat yang dapat menyebabkan kerak (*scale forming*).

Pembentukan kerak disebabkan adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silika.

c. Zat yang menyebabkan *foaming*.

Air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada boiler karena adanya zat-zat organik yang tak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terutama terjadi pada alkalitas tinggi.

Tabel 4. 9 Syarat air umpan boiler

Parameter	Total (ppm)
Total padatan (<i>total dissolved solid</i>)	3.500
Alkanitas	700
Padatanterlarut	300
Silika	60 – 100
Besi	0,1
Tembaga	0,5
Oksigen	0,007

Lanjutan Tabel 4. 9 Syarat air umpan boiler

Parameter	Total (ppm)
Kesadahan	0
Kekeruhan	175
Minyak	7
Residufosfat	140

3. Air sanitasi.

Air sanitasi adalah air yang akan digunakan untuk keperluan sanitasi. Air ini antara lain untuk keperluan perumahan, perkantoran, laboratorium, masjid dan lainnya. Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu:

a. Syarat fisika, meliputi:

- 1) Suhu : Di bawah suhu udara
- 2) Warna : Jernih
- 3) Rasa : Tidak berasa
- 4) Bau : Tidak berbau

b. Syarat kimia, meliputi:

- 1) Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.
- 2) Tidak mengandung bakteri.

4.6.1.2 Unit Pengolahan Air

Tahapan - tahapan pengolahan air adalah sebagai berikut :

1. Clarifier

Kebutuhan air dalam suatu pabrik dapat diambil dari sumber air yang ada di sekitar pabrik dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk

digunakan. Pengolahan tersebut dapat meliputi pengolahan secara fisika dan kimia, penambahan *desinfektan* maupun dengan penggunaan *ion exchanger*.

Mula-mula *raw water* diumpungkan ke dalam tangki kemudian diaduk dengan putaran tinggi sambil menginjeksikan bahan-bahan kimia, yaitu:

- a. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, yang berfungsi sebagai flokulan.
- b. Na_2CO_3 , yang berfungsi sebagai flokulan.

Air baku dimasukkan ke dalam *clarifier* untuk mengendapkan lumpur dan partikel padat lainnya, dengan menginjeksikan alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$), koagulan acid sebagai pembantu pembentukan flok dan NaOH sebagai pengatur pH. Air baku ini dimasukkan melalui bagian tengah *clarifier* dan diaduk dengan agitator. Air bersih keluar dari pinggir *clarifier* secara *overflow*, sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi dan di *blowdown* secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan. Air baku yang mempunyai *turbidity* sekitar 42 ppm diharapkan setelah keluar *clarifier* *turbidity*-nya akan turun menjadi lebih kecil dari 10 ppm.

2. Penyaringan

Air hasil dari *clarifier* dialirkan menuju *sand filter* untuk memisahkan partikel - partikel solid yang lolos atau yang terbawa bersama air dari *clarifier*. Air keluar dari *sand filter* dengan *turbidity* kira - kira 2 ppm, dialirkan ke dalam suatu tangki penampung (*filter water reservoir*).

Air bersih ini kemudian didistribusikan ke menara air dan unit demineralisasi. *Sand filter* akan berkurang kemampuan penyaringannya. Oleh karena itu perlu diregenerasi secara periodik dengan *back washing*.

3. Demineralisasi

Untuk umpan ketel (*boiler*) dibutuhkan air murni yang memenuhi persyaratan bebas dari garam - garam murni yang terlarut. Proses demineralisasi dimaksudkan untuk menghilangkan ion - ion yang terkandung pada *filtered water* sehingga konduktivitasnya dibawah 0,3 Ohm dan kandungan silica lebih kecil dari 0,02 ppm.

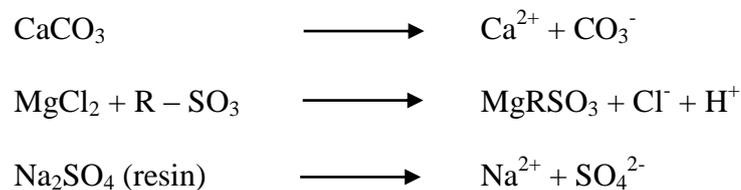
Adapun tahap-tahap proses pengolahan air untuk umpan ketel adalah sebagai berikut:

a. *Cation Exchanger*

Cation exchanger ini berisi resin pengganti kation dimana pengganti kation-kation yang dikandung di dalam air diganti dengan ion H^+ sehingga air yang akan keluar dari *cation exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ .

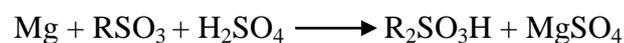
Sehingga air yang keluar dari *cation tower* adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ .

Reaksi:



Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan asam sulfat.

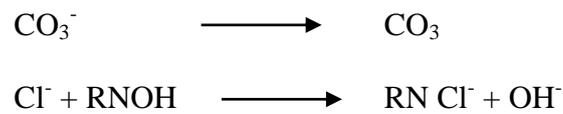
Reaksi:



b. *Anion Exchanger*

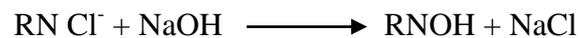
Anion exchanger berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut dalam air, dengan resin yang bersifat basa, sehingga anion-anion seperti CO_3^{2-} , Cl^- dan SO_4^{2-} akan membantu garam resin tersebut.

Reaksi:



Dalam waktu tertentu, anion resin ini akan jenuh, sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan larutan NaOH.

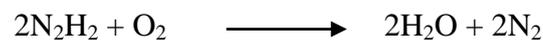
Reaksi:



c. *Deaerasi*

Deaerasi adalah proses pembebasan air umpan ketel dari oksigen (O_2). Air yang telah mengalami demineralisasi (*polish water*) dipompakan ke dalam *deaerator* dan diinjeksikan *hidrazin* (N_2H_4) untuk mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak (*scale*) pada *tube boiler*.

Reaksi:



Air yang keluar dari *deaerator* ini dialirkan dengan pompa sebagai air umpan *boiler* (*boiler feed water*).

4.6.1.3 Kebutuhan Air

1. Kebutuhan air pembangkit steam

Tabel 4. 10 Kebutuhan air pembangkit steam

NamaAlat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Reboiler	E-106	395,1468
Heater	E-101	151,2372
Heater	E-102	129,6207
Heater	E-103	2,1355
Heater	E-105	552,1307
Total		2263,975

$$\text{Blowdown 15\%} = 15\% \times 2716,7698 \text{ kg/jam}$$

$$= 407,5155 \text{ kg/jam}$$

2. Kebutuhan air proses

Tabel 4. 11 Kebutuhan air proses

NamaAlat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Condenser	E-107	15.389,7673
Cooler	E-104	18.129,6187
Cooler	E-109	2.479,4162
Cooler	E-106	14.672,9579
Total		50.671,7601

Perancangan dibuat *over design* sebesar 20%, maka kebutuhan air proses sebesar 60806,1121 kg/jam

3. Total kebutuhan air

a. Kebutuhan air domestic

Dianggap 1 orang membutuhkan air = 4,2626 kg/jam (Sularso,2000),

Jumlah karyawan = 145 orang. Sehingga kebutuhan air karyawan

yaitu sebesar 679,8831 kg/jam. Pabrik merencanakan mendirikan mess sebanyak 10 rumah dan perkiraan kebutuhan air untuk mess sebesar 1666,6667 kg/jam. Sehingga kebutuhan air domestik yaitu sebesar 2929,8831 kg/jam.

b. Kebutuhan air *service water*

Perkiraan kebutuhan air untuk pemakaian layanan umum (*service water*) sebesar 1000 kg/jam.

Tabel 4. 12 Total kebutuhan air

No	Keperluan	Jumlah (kg/jam)
1	Process Water	60.806,1121
2	Steam	543,3540
3	Domestik Water	2.929,8831
4	Service Water	583,3333
Total		64.862,6825

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

Unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan *steam* pada proses produksi, yaitu dengan menyediakan ketel uap (*boiler*) dengan spesifikasi:

Kapasitas : 1476,3251 kg/jam

Jenis : *Fire Tube Boiler*

Jumlah : 1 buah

Boiler tersebut dilengkapi dengan sebuah unit *economizer safety valve* sistem dan pengaman-pengaman yang bekerja secara otomatis.

Air dari *water treatment plant* yang akan digunakan sebagai umpan *boiler* terlebih dahulu diatur kadar silika, O₂, Ca dan Mg yang mungkin masih terikut dengan jalan menambahkan bahan - bahan kimia ke dalam *boiler feed water tank*. Selain itu juga perlu diatur pHnya yaitu sekitar 10,5 – 11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosivitasnya tinggi.

Sebelum masuk ke *boiler*, umpan dimasukkan dahulu ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran minyak residu yang keluar dari *boiler*. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 150°C, kemudian diumpankan ke *boiler*.

Di dalam *boiler*, api yang keluar dari alat pembakaran (*burner*) bertugas untuk memanaskan lorong api dan pipa - pipa api. Gas sisa pembakaran ini masuk ke *economizer* sebelum dibuang melalui cerobong asap, sehingga air di dalam *boiler* menyerap panas dari dinding - dinding dan pipa - pipa api maka air menjadi mendidih. Uap air yang terbentuk terkumpul sampai mencapai tekanan 10 bar, baru kemudian dialirkan ke *steam header* untuk didistribusikan ke area-area proses.

4.6.3 Unit Pembangkit Listrik(*Power Plant System*)

Kebutuhan listrik diperoleh dari dua sumber yaitu Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan generator. Generator berfungsi sebagai tenaga cadangan ketika PLN terjadi gangguan dan untuk menggerakkan alat - alat seperti *boiler*, pengaduk reaktor, dan sejumlah pompa.

Generator menggunakan solar dan udara yang di tekan untuk menghasilkan panas. Panas yang dihasilkan digunakan untuk memutar poros

engkol sehingga generator dapat menghasilkan energi listrik. Listrik tersebut didistribusi menggunakan panel. Energi listrik dari generator digunakan sebagai sumber listrik utama untuk penerangan dan menggerakkan alat proses ketika listrik padam.

Berikut adalah spesifikasi generator yang digunakan:

Kapasitas : 100 kW

Jenis : AC Generator

Jumlah : 1

a. Kebutuhan listrik proses

- Peralatan Proses

Tabel 4. 13 Kebutuhan listrik alat proses

Alat	KodeAlat	Daya	
		Hp	Watt
Pompa	P-101	0,2578	192,2398
Pompa	P-102	0,2135	159,1765
Pompa	P-103	0,0046	3,4513
Pompa	P-104	0,4601	343,0830
Pompa	P-105	0,4609	343,6968
Pompa	P-106	0,0684	51,0086
Pompa	P-107	0,6884	513,3269
Pompa	P-108	1,2815	955,5800

Lanjutan Tabel 4. 13 Kebutuhan listrik alat proses

Alat	Kode alat	Daya	
		Hp	Kw
Pompa	P-109	0,1780	132,7473
Total		0,9360	2.694,3102

- Peralatan Utilitas

Tabel 4. 14 Kebutuhan listrik alat utilitas

Alat	KodeAlat	Daya	
		Hp	Watt
BakPenggumpal (KoagulasidanFlokulasi)		2,0000	1491,4000
Blower Cooling Tower		5,0000	3728,5000
Kompresor		5,0000	3728,5000
Pompa-01	PU-101	2,3133	1725,0292
Pompa-02	PU-102	2,3133	1725,0292
Pompa-03	PU-103	2,2178	1653,8074
Pompa-04	PU-104	2,2178	1653,8074
Pompa-05	PU-105	2,3799	1774,6546
Pompa-06	PU-106	2,2013	1641,4755
Pompa-07	PU-107	0,2551	190,2340
Pompa-08	PU-108	0,2551	190,2340
Pompa-09	PU-109	0,2551	190,2340
Pompa-10	PU-110	0,0505	37,6209
Pompa-11	PU-111	0,0505	37,6209
Pompa-12	PU-112	2,0383	1519,9379
Pompa-13	PU-113	2,0383	1519,9379
Pompa-14	PU-114	2,0383	1519,9379
Pompa-15	PU-115	0,0002	0,1252
Pompa-16	PU-116	0,0505	37,6209
Pompa-17	PU-117	0,0002	0,1252
Pompa-18	PU-118	0,0474	35,3557
Pompa-19	PU-119	0,000001	0,0010
Pompa-20	PU-120	0,0464	34,5869
Total		32,7689	24.435,7754

Total kebutuhan listrik alat proses adalah sebesar 188,3323 kW

Total kebutuhan listrik untuk alat utilitas adalah sebesar 24,4358 kW

Total kebutuhan listrik proses dan utilitas adalah sebesar 212,7681 kW

b. Kebutuhan listrik alat lainnya

- Kebutuhan listrik alat kontrol dan penerangan adalah 5% dari kebutuhan listrik alat proses dan utilitas yaitu sebesar 21,2768 kW
- Kebutuhan listrik laboratorium, bengkel dan instrumentasi adalah 25% dari kebutuhan listrik alat proses dan utilitas yaitu sebesar 106,3840 kW

Total kebutuhan listrik pabrik n-butyl metakrilat ini adalah sebesar 127,6608 kW.

Beban listrik dari generator adalah sebesar 500 kW dengan faktor daya 80%.

4.6.4 Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 37,3824 m³/jam.

4.6.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar digunakan untuk keperluan pembakaran pada boiler dan diesel untuk generator pembangkit listrik. Bahan bakar boiler menggunakan solar sebanyak 83,0225 kg/jam. Bahan bakar diesel menggunakan solar sebanyak 9,8325 kg/jam. Total kebutuhan bahan bakar sebesar 92,8551 kg/jam.

4.6.6 Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan oleh pabrik n-butyl metakrilat adalah berupa limbah cair. Limbah cair yang dihasilkan pabrik n-butyl metakrilat ini berupa cairan yang terdiri dari campuran air dan pengotor lainnya. Cairan tersebut mengandung senyawa butanol, asam sulfat, asam metakrilat dan air yang larut.

Sebelum limbah cair dibuang, dilakukan beberapa *treatment*. Berikut adalah uraian dari *treatment* yang digunakan:

- *Pre-Treatment*

Pre-treatment yang dilakukan adalah pengendapan menggunakan bakpengendapan untuk menghilangkan padatan besar menggunakan gaya gravitasi.

- *Treatment Pertama*

Treatment pertama berfungsi untuk meningkatkan kandungan oksigendalam limbah cair. Pada *treatment* ini digunakan lumpur aktif organik yang dapat meningkatkan jumlah bakteri pengurai limbah organik. Proses aerasi dilakukan hingga nilai BOD, COD, dan DO standar diperoleh.

- *Treatment Kedua*

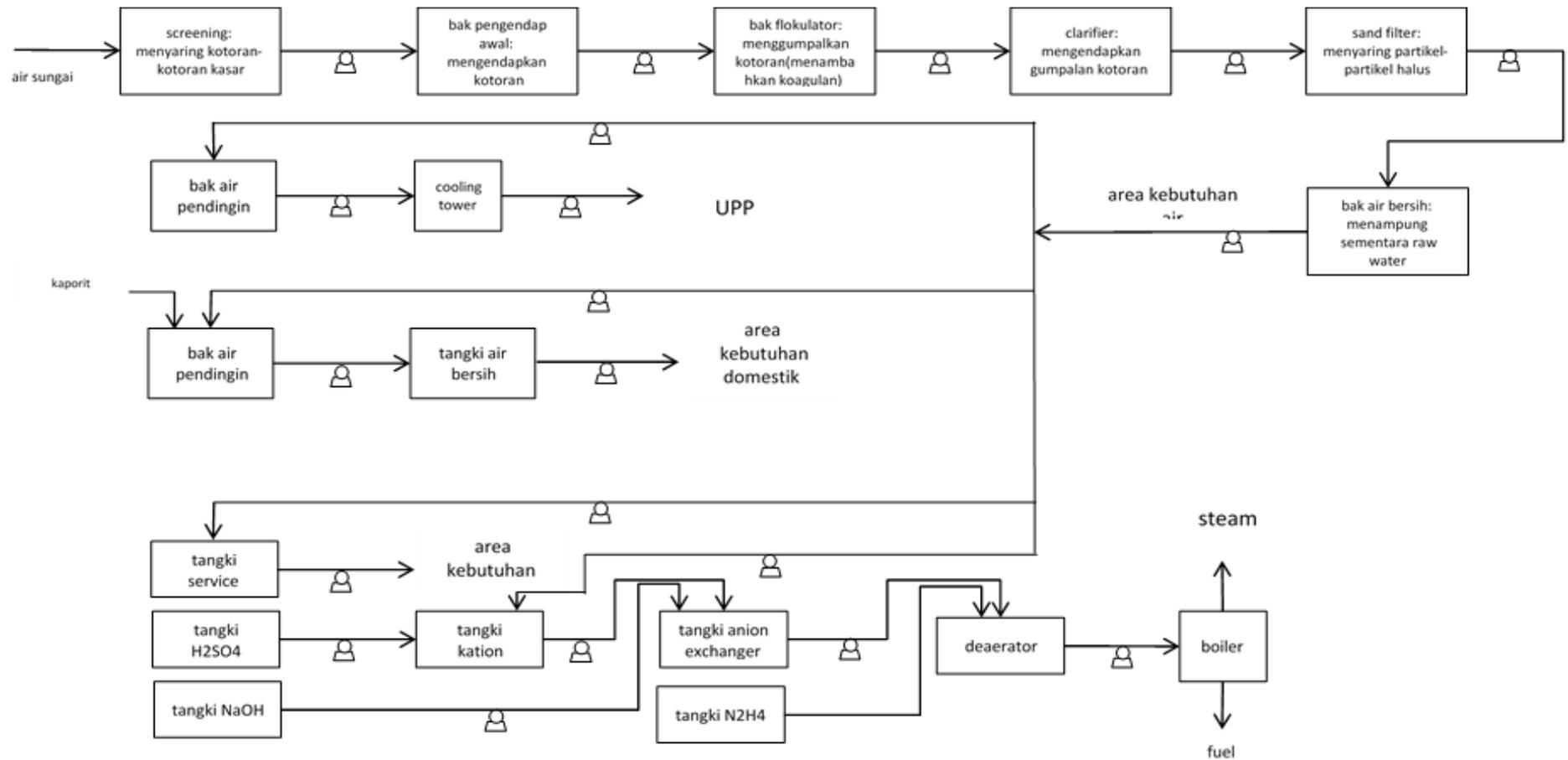
Treatment kedua dilakukan jika limbah cair memiliki pH tidaknetral. Proses penetralan dilakukan dengan cara menambahkan senyawa kimia yang dapat menetralkan atau dengan menambahkan air pada limbah cair tersebut.

- *Treatment Ketiga*

Treatment ketiga berfungsi untuk membunuh mikroorganisme patogenyang terkandung didalam air limbah. Desinfektasi mikroorganisme patogen dilakukan dengan cara menijeksi gas Cl_2 pada limbah cair.

Pengawasan yang ketat pada tiap *treatment* limbah cair berupa pengujian di lab sangat diperlukan agar limbah cair tidak merusak lingkungan disekitar lokasi pabrik.

4.6.7 Diagram Alir Proses Pengolahan Air



Gambar 4. 5 Diagram Alir Proses Pengolahan Air

1.7. Organisasi Perusahaan

4.7.1 Bentuk Perusahaan

Bentuk Perusahaan yang direncanakan pada perancangan pabrik n-butil metakrilat 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 ke perusahaan, yang berarti pula ikut memiliki perusahaan. Dalam perseroan terbatas pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap-tiap saham.

Dasar-dasar pertimbangan pemilihan bentuk perusahaan Perseroan Terbatas (PT) adalah sebagai berikut:

- a. Kontinuitas perusahaan sebagai badan hukum lebih terjamin, sebab tidak bergantung pada pemegang saham yang dimana pemegang saham dapat berganti-ganti,
- b. Mudah memindahkan hak pemilik dengan menjual saham kepada orang lain,
- c. Mudah mendapatkan modal, yaitu dari bank maupun dengan menjual saham,
- d. Tanggung jawab yang terbatas dari pemegang saham terhadap hutang perusahaan.

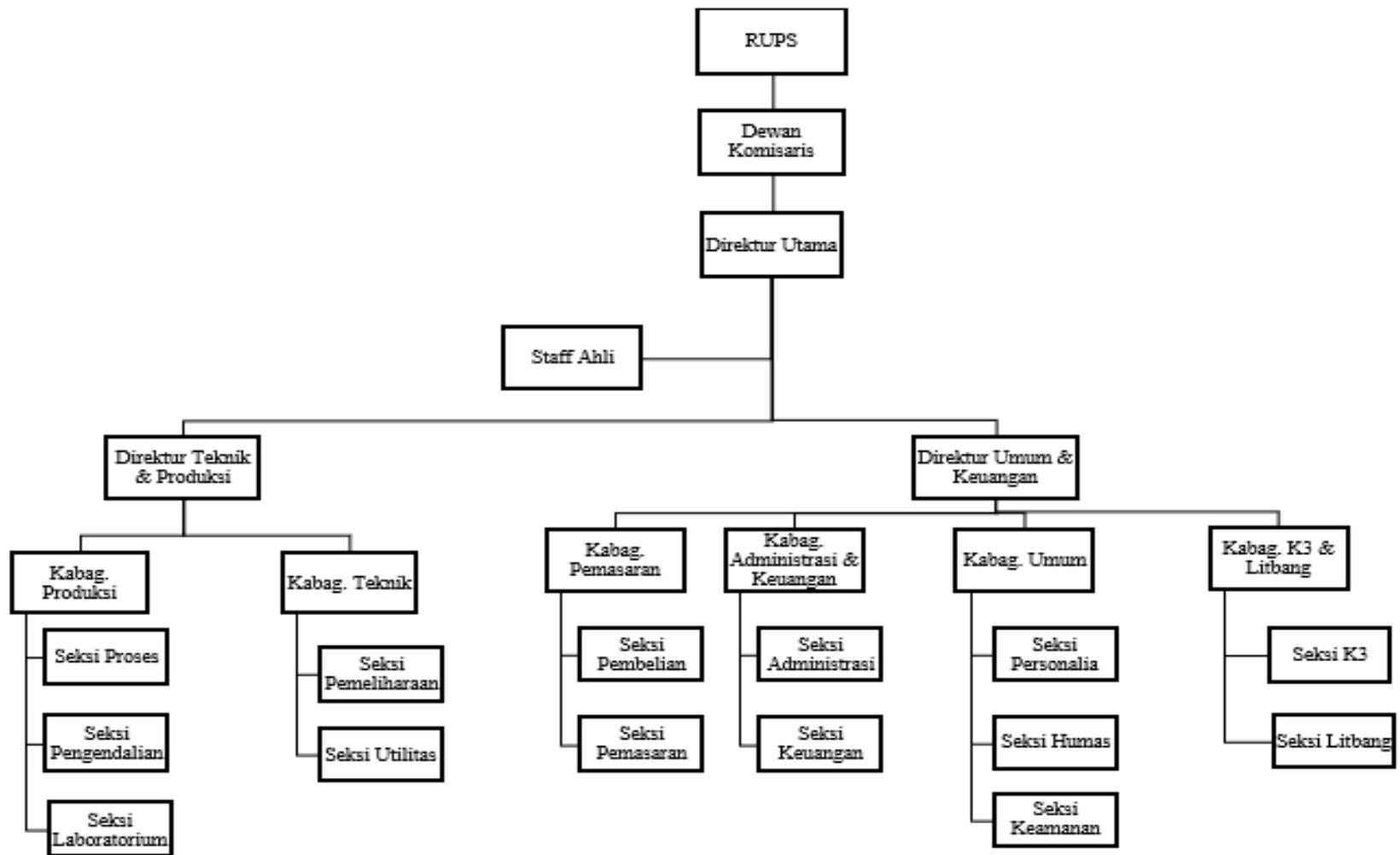
4.7.2 Struktur Organisasi

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 yang tersusun rapi

dan terorganisasi dengan baik akan berpengaruh pada setiap proses di pabrik sehingga dapat berjalan dengan lancar serta pembagian tugas dan wewenang dari karyawan dapat dilaksanakan dengan baik. Struktur organisasi dari suatu perusahaan dapat bermacam-macam sesuai dengan bentuk dan kebutuhan dari masing-masing perusahaan. Jenjang dan jabatan kepemimpinan dalam perusahaan ini adalah sebagai berikut:

1. Pemegang saham
2. Dewan komisaris
3. Direktur Utama
4. Direktur
5. Kepala Bagian
6. Kepala Seksi
7. Karyawan dan Operator

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



Gambar 4.6 Struktur organisasi perusahaan

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 (RUPS). RUPS dilakukan minimal satu kali dalam setahun demi mengontrol dan mengevaluasi kelancaran proses produksi. Bila ada sesuatu hal, RUPS dapat dilakukan secara mendadak sesuai dengan jumlah forum. RUPS dihadiri oleh pemilik saham dan Dewan Komisaris.

Pada rapat umum tersebut para pemegang saham:

- a. Meminta pertanggung jawaban Dewan Komisaris,
- b. Dengan musyawarah mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris dan Direktur serta mengesahkan anggota pemegang saham apabila mengundurkan diri,
- c. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan,
- d. Menetapkan besar laba tahunan yang diperoleh untuk dibagikan, disimpan, atau ditanamkan kembali.

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 :

- a. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahannya pemasaran
- b. Melaksanakan pembinaan dan pengawasan terhadap seluruh kegiatan dan pelaksanaan tugas direktur,
- c. 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 kelancaran perusahaan sesuai dengan apa yang telah ditargetkan dalam RUPS. Direktur Utama bertanggung jawab pada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Adapun tugas-tugas Direktur Utama adalah:

- a. Memimpin dan membina perusahaan secara efektif dan efisien,
- b. Menyusun dan melaksanakan kebijaksanaan umum pabrik sesuai dengan kebijaksanaan RUPS,
- c. Mengadakan kerjasama dengan pihak luar demi kepentingan perusahaan,
- d. Mewakili perusahaan dalam mengadakan hubungan maupun perjanjian-perjanjian dengan pihak ketiga,
- e. Merencanakan dan mengawasi pelaksanaan tugas setiap personalia yang bekerja pada perusahaan

Dalam melaksanakan tugasnya, Direktur Utama dibantu oleh Direktur Produksi dan Teknik, serta Direktur Keuangan dan Umum.

Berikut tugas-tugasnya adalah:

1. Direktur Teknik dan Produksi

Direktur Teknik dan Produksi bertanggung jawab langsung kepada Direktur Utama. Tugasnya adalah memimpin segala pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang produksi, operasi, teknik, utilitas, pengembangan, pemeliharaan peralatan, pengadaan, dan laboratorium.

Direktur Teknik dan Produksi dibantu oleh dua Kepala Bagian, yaitu:

a. Kepala Bagian Produksi

Kepala Bagian Produksi bertanggung jawab langsung kepada Direktur Teknik dan Produksi. Tugasnya adalah mengkoordinasi segala pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang produksi, proses, pengendalian dan laboratorium. Dalam menjalankan tugasnya, Kepala Bagian Produksi dibantu oleh tiga Seksi, yaitu Seksi Proses, Seksi Pengendalian dan Seksi Laboratorium.

b. Kepala Bagian Teknik

Kepala Bagian Teknik bertanggung jawab langsung kepada Direktur Teknik dan Produksi. Tugasnya adalah mengkoordinasi segala pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang teknik, pemeliharaan, dan utilitas. Dalam menjalankan tugasnya, Kepala Bagian Produksi dibantu oleh dua Seksi, yaitu Seksi Pemeliharaan dan Seksi utilitas.

2. Direktur Keuangan dan Umum

Direktur Keuangan dan Umum bertanggung jawab langsung kepada Direktur Utama. Tugasnya memimpin segala pelaksanaan kegiatan pabrik yang

berhubungan dengan bidang administrasi, personalia, keuangan, pemasaran, humas, keamanan, dan keselamatan kerja.

3. Direktur Keuangan dan Umum dibantu oleh empat Kepala Bagian, yaitu:

a. Kepala Bagian Pemasaran

Kepala Bagian Pemasaran bertanggung jawab langsung kepada Direktur Keuangan dan Umum. Tugasnya adalah mengkoordinasi segala pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang pembelian bahan baku dan pemasaran produk. Dalam menjalankan tugasnya, Kepala Bagian Pemasaran dibantu oleh dua Seksi, yaitu Seksi Pembelian dan Seksi Pemasaran.

b. Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan

Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan bertanggung jawab langsung kepada Direktur Keuangan dan Umum. Tugasnya adalah mengkoordinasi segala pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang administrasi dan keuangan. Dalam menjalankan tugasnya, Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan dibantu oleh dua Seksi, yaitu Seksi Administrasi dan Seksi Keuangan.

c. Kepala Bagian Umum

Kepala Bagian Umum bertanggung jawab langsung kepada Direktur Keuangan dan Umum. Tugasnya adalah mengkoordinasi segala pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang personalia, humas dan keamanan. Dalam menjalankan tugasnya, Kepala Bagian

Umum dibantu oleh tiga Seksi, yaitu Seksi Personalia, Seksi Humas dan Seksi Keamanan.

d. Kepala Bagian K3 dan Litbang

Kepala Bagian K3 dan Litbang bertanggung jawab langsung kepada Direktur Keuangan dan Umum. Tugasnya adalah mengkoordinasi segala pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang K3, dan Litbang. Dalam menjalankan tugasnya, Kepala Bagian K3 dan Litbang dibantu oleh dua Seksi, yaitu Seksi K3 dan Seksi Litbang.

4.7.3.4 Staff Ahli

Staff Ahli bertugas memberi masukan, baik berupa saran, nasihat, dan pandangan terhadap segala aspek operasional perusahaan

4.7.4 Catatan

4.7.4.1 Cuti Tahunan

Karyawan mempunyai hak cuti tahunan selama 12 hari setiap tahun. Bila dalam waktu 1 tahun hak cuti tersebut tidak dipergunakan maka hak tersebut akan hilang untuk tahun itu.

4.7.4.2 Hari Libur Nasional

Bagi karyawan harian (*non shift*), hari libur nasional tidak masuk kerja. Sedangkan bagi karyawan *shift*, hari libur nasional tetap masuk kerja dengan catatan hari itu diperhitungkan sebagai kerja lembur (*overtime*).

4.7.4.3 Kerja Lembur (*Overtime*)

Kerja lembur dapat dilakukan apabila ada keperluan yang mendesak dan atas persetujuan kepala bagian.

4.7.4.4 Sistem Gaji Karyawan

Tabel 4. 15 Gaji karyawan

No	Jabatan	Jumlah	Gaji	Gaji	Gaji
			(/orang/bulan)	(/bulan)	(/tahun)
1	DirekturUtama	1	Rp45.000.000	Rp45.000.000	Rp540.000.000
2	DirekturProduksi&Teknik	1	Rp35.000.000	Rp35.000.000	Rp420.000.000
3	DirekturKeuangan&Umum	1	Rp35.000.000	Rp35.000.000	Rp420.000.000
4	Staff Ahli	1	Rp40.000.000	Rp40.000.000	Rp480.000.000
5	Ka. Bag. Produksi	1	Rp30.000.000	Rp30.000.000	Rp360.000.000
6	Ka. Bag. Teknik	1	Rp30.000.000	Rp30.000.000	Rp360.000.000
7	Ka. Bag. Pemasaran	1	Rp 25.000.000	Rp25.000.000	Rp300.000.000
8	Ka. Bag. Keuangandanadministrasi	1	Rp25.000.000	Rp25.000.000	Rp300.000.000
9	Ka. Bag. Umum	1	Rp25.000.000	Rp25.000.000	Rp300.000.000
10	Ka. Bag. K3 &Litbang	1	Rp25.000.000	Rp25.000.000	Rp300.000.000
11	Ka. Sek. Proses	1	Rp25.000.000	Rp25.000.000	Rp300.000.000
12	Ka. Sek. Pengendalian	1	Rp25.000.000	Rp25.000.000	Rp300.000.000
13	Ka. Sek. Laboratorium	1	Rp25.000.000	Rp25.000.000	Rp300.000.000
14	Ka. Sek. Pemeliharaan	1	Rp 25.000.000	Rp25.000.000	Rp300.000.000
15	Ka. Sek. Utilitas	1	Rp25.000.000	Rp25.000.000	Rp300.000.000
16	Ka. Sek. Pembelian	1	Rp20.000.000	Rp20.000.000	Rp240.000.000
17	Ka. Sek. Pemasaran	1	Rp20.000.000	Rp20.000.000	Rp240.000.000
18	Ka. Sek. Administrasi	1	Rp20.000.000	Rp20.000.000	Rp240.000.000
19	Ka. Sek. Kas	1	Rp20.000.000	Rp20.000.000	Rp240.000.000
20	Ka. Sek. Personalia	1	Rp 20.000.000	Rp20.000.000	Rp240.000.000
21	Ka. Sek. Humas	1	Rp 20.000.000	Rp20.000.000	Rp240.000.000
22	Ka. Sek. Keamanan	1	Rp20.000.000	Rp20.000.000	Rp240.000.000
23	Ka. Sek. K3	1	Rp20.000.000	Rp20.000.000	Rp240.000.000
24	Ka. Sek. Litbang	1	Rp20.000.000	Rp20.000.000	Rp240.000.000
25	Karyawan Proses	8	Rp10.000.000	Rp80.000.000	Rp960.000.000
26	KaryawanPengendalian	5	Rp10.000.000	Rp50.000.000	Rp600.000.000
27	KaryawanLaboratorium	4	Rp 9.000.000	Rp36.000.000	Rp432.000.000
28	KaryawanPemeliharaan	6	Rp9.000.000	Rp54.000.000	Rp648.000.000

Lanjutan Tabel 4. 15 Gaji karyawan

No	Jabatan	Jumlah	Gaji	Gaji	Gaji
			(/orang/bulan)	(/bulan)	(/tahun)
29	KaryawanUtilitas	8	Rp9.000.000	Rp72.000.000	Rp864.000.000
30	KaryawanPembelian	4	Rp8.000.000	Rp32.000.000	Rp384.000.000
31	KaryawanPemasaran	4	Rp 8.000.000	Rp32.000.000	Rp384.000.000
32	KaryawanAdministrasi	3	Rp 8.000.000	Rp24.000.000	Rp288.000.000
33	KaryawanKas	3	Rp8.000.000	Rp24.000.000	Rp288.000.000
34	KaryawanPersonalia	3	Rp 8.000.000	Rp24.000.000	Rp288.000.000
35	KaryawanHumas	3	Rp8.000.000	Rp24.000.000	Rp288.000.000
36	KaryawanKeamanan	6	Rp8.000.000	Rp48.000.000	Rp576.000.000
37	Karyawan K3	5	Rp8.000.000	Rp40.000.000	Rp480.000.000
38	KaryawanLitbang	3	Rp8.000.000	Rp24.000.000	Rp288.000.000
39	Operator	40	Rp7.000.000	Rp280.000.000	Rp3.360.000.000
40	Supir	4	Rp 4.000.000	Rp16.000.000	Rp192.000.000
41	Librarian	1	Rp3.650.000	Rp3.650.000	Rp43.800.000
42	Cleaning service	5	Rp3.650.000	Rp18.250.000	Rp219.000.000
43	Dokter	2	Rp9.500.000	Rp19.000.000	Rp228.000.000
44	Perawat	4	Rp5.500.000	Rp22.000.000	Rp264.000.000
Total		145	Rp772.300.000	Rp1.542.900.000	Rp18.514.800.000

4.7.4.5 Jam Kerja Karyawan

Pabrik n-Butil Metakrilat akan beroperasi selama 24 jam dalam sehari dan 330 hari dalam setahun. Berdasarkan jam kerjanya, karyawan perusahaan dapat digolongkan menjadi 2 golongan karyawan *non-shift* (harian) dan karyawan *shift*. Karyawan *non shift* adalah karyawan yang berada di kantor dan bekerja 5 hari dalam 1 minggu. Sedangkan karyawan *shift* adalah karyawan yang bertugas secara langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu di pabrik yang berhubungan dengan keamanan dan kelancaran produksi. Para karyawan *shift* akan bekerja bergantian sehari semalam.

a. Jam kerja karyawan *non-shift*

Senin – Kamis:

Jam Kerja : 07.00 – 12.00 dan 13.00 – 16.00

Istirahat : 12.00 – 13.00

Jumat:

Jam Kerja : 07.00 – 11.30 dan 13.30 – 17.00

Istirahat : 11.30 – 13.30

Hari Sabtu dan Minggu libur

b. Jam kerja karyawan *shift*

Jadwal kerja karyawan *shift* dibagi menjadi:

- Shift Pagi : 07.00 – 15.00

- Shift Sore : 15.00 – 23.00

- Shift Malam : 23.00 – 07.00

Karyawan *shift* ini dibagi menjadi 4 regu, yaitu 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat yang dilakukan secara bergantian. Setiap regu mendapatkan giliran 9 hari kerja dan 3 hari libur untuk setiap *shift* dan masuk lagi untuk *shift* berikutnya. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan oleh pemerintah, regu yang bertugas tetap masuk. Jadwal kerja masing-masing regu disajikan dalam Tabel 4.6 sebagai berikut:

Tabel 4. 16 Jadwal kerja masing-masing regu

Hari	<i>Shift Pagi</i>	<i>Shift Sore</i>	<i>Shift Malam</i>	Libur
Senin	A	B	C	D
Selasa	D	A	B	C
Rabu	C	D	A	B
Kamis	B	C	D	A
Jum'at	A	B	C	D
Sabtu	D	A	B	C
Minggu	C	D	A	B

1.8. Evaluasi Ekonomi

Dalam pra rancangan pabrik diperlukan Analisa ekonomi untuk mendapatkan perkiraan tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan da terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Selain itu Analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan dan layak atau tidaknya untuk didirikan. Dalam evaluasi ekonomi in faktor – faktor yang ditinjau adalah:

- a. *Return On Investment (ROI)*
- b. *Pay Out Time (POT)*
- c. *Discounted Cash Flow*
- d. *Break Event Point (BEP)*
- e. *Shut Down Point (SDP)*

Sebelum dilakukan Analisa terhadap kelima faktor tersebut, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap beberapa hal sebagai berikut:

1. Penentuan modal industri (*Total Capital Investment*)

Meliputi:

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

2. Penentuan biaya produksi total (*Total Production Cost*)

Meliputi:

- a. Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*)
- b. Biaya pengeluaran umum (*General Expenses*)

3. Pendapatan modal

Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap:

- a. Biaya tetap (*Fixed Cost*)
- b. Biaya variabel (*Variable Cost*)
- c. Biaya tak pasti/mengambang (*Regulated Cost*)

4.8.1 Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan akan berubah setiap saat tergantung pada kondisi ekonomi yang mempengaruhinya. Untuk mengetahui harga peralatan diperlukan metode atau cara untuk memperkirakan harga alat tertentu dan perlu diketahui terlebih dahulu harga indeks peralatan operasi pada tahun tersebut.

Pabrik n-butyl metakrilat ini beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 330 hari dan tahun evaluasi pada tahun 2023. Di dalam analisa ekonomi harga –

harga alat maupun harga – harga lainnya diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mencari harga pada tahun analisa, maka dicari indeks pada tahun analisa.

Harga indeks tahun 2023 diperkirakan secara garis besar dengan data indeks dari tahun 2006 sampai tahun 2014, dicari dengan persamaan regresi linier.

Dengan menggunakan persamaan regresi linier dapat dicari harga indeks pada tahun perancangan, dalam hal ini pada tahun 2023 yaitu sebesar 669,6663. Harga – harga alat lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi. Selain itu, harga alat dan lainnya ditentukan juga dari referensi buku Peters & Timmerhaus pada tahun 1990 dan Aries Newton pada tahun 1955. Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan persamaan:

$$Ex = Ey \frac{Nx}{Ny}$$

Dalam hubungan ini:

Ex : Harga pembelian pada tahun 2023

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi (1990)

Nx : Indeks harga pada tahun 2023

Ny : Indeks harga pada tahun referensi (1990)

4.8.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi	= 30.000 ton/tahun
Satu tahun produksi	= 330 hari
Umur pabrik	= 10 tahun
Pabrik didirikan pada tahun	= 2023
Kurs mata uang	= 1 US\$ = Rp 15.125

Harga bahan baku	
Asam Metakrilat	= Rp 296.484.987.819/tahun
Butanol	= Rp 277.462.270.572/tahun
Asam Sulfat	= Rp 2.826.373.454/tahun
Harga bahan pembantu	
Asam Sulfat	= Rp 2.826.373.454/tahun
Harga jual	= Rp 1.022.394.278.205/tahun

4.8.3 Perhitungan Biaya

4.8.3.1 *Capital Investment*

Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran–pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas–fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya.

Capital *investment* terdiri dari:

a. *Fixed Capital Investment*

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

b. *Working Capital Investment*

Working Capital Investment adalah biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

4.8.3.2 *Manufacturing Cost*

Manufacturing Cost merupakan jumlah *Direct*, *Indirect* dan *Fixed Manufacturing Cost*, yang bersangkutan dalam pembuatan produk.

Menurut Aries & Newton (Tabel 23), *Manufacturing Cost* meliputi:

a. *Direct Cost*

Direct Cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

b. *Indirect Cost*

Indirect Cost adalah pengeluaran–pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.

c. *Fixed Cost*

Fixed Cost adalah biaya – biaya tertentu yang selalu dikeluarkan baik pada saat pabrik beroperasi maupun tidak atau pengeluaran yang bersifat tetap tidak tergantung waktu dan tingkat produksi.

4.8.3.3 *General Expense*

General Expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran–pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan yang tidak termasuk *Manufacturing Cost*.

4.8.4 **Analisa Kelayakan**

Studi kelayakan dari pabrik n-Butil Metakrilat dari propilen ini dapat dilihat dari parameter – parameter ekonomi. Pabrik ini dikategorikan sebagai pabrik dengan resiko rendah (*low risk*) dengan pertimbangan bahwa pabrik n-

Butil Metakrilat belum ada di Indonesia. Selain itu tekanan yang digunakan relatif rendah dengan tekanan maksimum yang ada di pabrik ini sebesar 2,52 atm. Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah:

4.8.4.1 Percent Return On Investment (ROI)

Return OnInvestment digunakan sebagai sebuah pertimbangan penting karena ROI menunjukkan seberapa cepat pengembalian investasi berdasarkan pada keuntungan.

$$\text{ROI} = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{Fixed Capital}} \times 100 \%$$

Keuntungan atau profit dihitung berdasarkan *annual sales* (Sa) dan *total manufacturing cost*. *Finance* akan dihitung sebagai komponen yang berisikan pengembalian utang selama pembangunan pabrik. *Finance* akan berkontribusi terhadap *cash flow* dari pabrik ini. Pabrik dengan resiko rendah mempunyai nilai minimum ROI *before tax* sebesar 11%, sedangkan pabrik dengan resiko tinggi mempunyai nilai minimum ROI *before tax* sebesar 44%.

4.8.4.2 Pay Out Time (POT)

Pay OutTime (POT) adalah:

- a. Jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan suatu penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *Capital Investment* dengan *profit* sebelum dikurangi depresiasi.

- b. Waktu minimum teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun ditambah dengan penyusutan.
- c. Waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali.
- d. Pabrik dengan resiko rendah mempunyai nilai POT maksimal 5 tahun, sedangkan pabrik dengan resiko tinggi mempunyai nilai POT maksimal 2 tahun.

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

4.8.4.3 Break Even Point (BEP)

Break Even Point (BEP) adalah:

- a. Titik impas produksi (suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian).
- b. Titik yang menunjukkan pada tingkat berapa biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan BEP kita dapat menentukan harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa harga serta unit penjualan yang harus dicapai agar mendapat keuntungan.
- c. Kapasitas produksi pada saat *sales* sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah BEP dan akan untung jika beroperasi diatas BEP.
- d. Nilai BEP pada umumnya memiliki nilai berkisar 40% - 60%.

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

Dalam hal ini:

Fa : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va : *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

4.8.4.4 Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point (SDP) adalah:

- a. 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 *profit*).
- b. Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.
- c. Level produksi di mana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Cost*.
- d. Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup.

$$\text{SDP} = \frac{(0,3 Ra)}{(Sa - Va - 0,7 Ra)} \times 100 \%$$

4.8.4.5 Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFRR)

Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFRR) adalah:

- a. Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFRR dibuat dengan menggunakan nilai uang yang berubah terhadap waktu dan dirasakan atau investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik.
- b. Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.
- c. Merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik.
- d. Asumsi yang digunakan dalam perhitungan DCFRR adalah
 - Umur ekonomis pabrik yaitu 10 tahun
 - *Annual profit* dan *taxes* konstan setiap tahun
 - Depresiasi sama setiap tahun

Persamaan untuk menentukan DCFRR :

$$(FC+WC)(1+i)^N = C \sum_{n=0}^{n=N-1} (1+i)^N + WC + SV$$

Dimana:

FC : *Fixed capital*

WC : *Working capital*

SV : *Salvage value*

C : *Cash flow*

: *profit after taxes + depresiasi + finance*

n : Umur pabrik = 10 tahun

I : Nilai DCFR

4.8.5 Hasil Perhitungan

Perhitungan rencana pendirian pabrik n-butyl metakrilat ini memerlukan rencana perhitungan analisis. Hasil rancangan masing – masing disajikan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4. 17 *Physical Plant Cost*

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	HargaAlat	47.739.195.889	3.156.311
2	Biaya Pengangkutan	11.934.798.972	789.078
3	Biaya Pemasangan	7.934.175.449	524.574
4	Biaya Pemipaan	11.282.823.590	745.972
5	Biaya Instrumentasi	11.960.443.995	790.773
6	Biaya Isolasi	1.851.373.361	122.405
7	Biaya Listrik	4.773.919.589	315.631
8	Biaya bangunan	15.900.000.000	1.051.240
9	Biaya tanah	47.550.000.000	3.143.802
<i>Physical Plant Cost (PPC)</i>		183.218.087.557	12.113.593

Tabel 4. 18 *Direct Plant Cost (DPC)*

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Construction Cost</i> (25%.PEC)	45.804.521.889	3.028.398
	Total (DPC + PPC)	229.022.609.446	15.141.991

Tabel 4. 19 *Fixed Capital Investment (FCI)*

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Direct Plant Cost (DPC)</i>	229.022.609.446	15.141.991
2	<i>Contractors fee (4%.DPC)</i>	9.160.904.378	605.680
3	<i>Contigency(10%.DPC)</i>	22.902.260.945	1.514.199
	Total	261.085.774.768	17.261.869

Tabel 4. 20 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material</i>	576.773.631.846	38.133.794
2	<i>Labor</i>	18.514.800.000	1.224.119
3	<i>Supervisor</i>	2.777.220.000	183.618
4	<i>Maintenance</i>	52.217.154.954	3.452.374
5	<i>Plant Suplies</i>	7.832.573.243	517.856
6	<i>Royalt and Patent</i>	10.223.942.782	675.963
7	<i>BahanUtilitas</i>	12.311.590.554	813.990
	Total	680.650.913.380	45.001.713

Tabel 4. 21 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	2.777.220.000	183.618
2	<i>Laboratory</i>	1.851.480.000	122.412
3	<i>Plant Overhead</i>	9.257.400.000	612.060
4	<i>Packaging n Shipping</i>	102.239.427.821	6.759.632
	Total IMC	116.125.527.821	7.677.721

Tabel 4. 22 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	Depresiasi (10% FCI)	26.108.577.477	2.837.889
2.	<i>Propertay tax</i> (1% FCI)	2.610.857.748	283.789
3.	Asuransi (1% FCI)	2.610.857.748	172.619
	Total	31.330.292.972	2.071.424

Tabel 4. 23 *Total Manufacturing Cost (MC)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Direct Manufacturing Cost</i>	680.650.913.380	45.001.713
2.	<i>Indirect Manufacturing Cost</i>	116.125.527.821	7.677.721
3.	<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	31.330.292.972	2.071.424
	Total	828.106.734.172	54.750.859

Tabel 4. 24 *Working Capital (WC)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Raw Material Inventory</i>	12.234.592.191	808.899
2.	<i>Inproses Inventory</i>	1.254.707.173	82.956
3.	<i>Product Inventory</i>	17.565.900.422	1.161.382
4.	<i>Extended credit</i>	21.687.151.356	1.433.861
5.	<i>Available cash</i>	75.282.430.379	4.977.351
	Total	128.024.781.521	8.464.448

Tabel 4. 25 *General Expense (GE)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	Administrasi (3% MC)	24.843.202.025	1.642.526
2.	<i>Sales expense</i> (5% MC)	41.405.336.709	2.737.543
3.	<i>Research</i> (4% MC)	33.124.269.367	2.190.034
4.	<i>Finance</i> (2% MC)	7.782.211.126	514.526
	Total	107.155.019.226	7.084.629

Tabel 4. 26 Total biaya produksi

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Manufacturing Cost</i>	828.106.734.172	54.750.859
2.	<i>General Expense</i>	107.155.019.226	7.084.629
	Total	935.261.753.399	61.835.488

Tabel 4. 27 *Fixed cost (Fa)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	Depresiasi	26.108.577.477	1.726.187
2.	<i>Property tax</i>	2.610.857.748	172.619
3.	Asuransi	2.610.857.748	172.619
	Total	31.330.292.972	2.071.424

Tabel 4. 28 *Variable cost (Va)*

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material</i>	576.773.631.846	38.133.794
2	<i>Packing n Shipping</i>	102.239.427.821	6.759.632
3	Utilitas	12.311.590.554	813.990
4	<i>Royalties & patents</i>	10.223.942.782	675.963
	Total Va	701.548.593.003	46.383.378

Tabel 4. 29 *Regulated cost (Ra)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Gajikaryawan	18.514.800.000	1.224.119
2	<i>Payroll overhead</i>	2.777.220.000	183.618
3	<i>Supervisor</i>	2.777.220.000	183.618
4	<i>Plant Overhead</i>	9.257.400.000	612.060
5	<i>Laboratorium</i>	1.851.480.000	122.412
6	<i>General Expense</i>	107.155.019.226	7.084.629
7	<i>Maintenance</i>	52.217.154.954	3.452.374
8	<i>Plant supplies</i>	7.832.573.243	517.856
	Total	202.382.867.423	13.380.686

4.8.6 Analisa Keuntungan

Total penjualan = Rp 1.022.394.278.205

Total Production Cost = Rp 935.261.753.399

Keuntungan sebelum pajak = Rp 87.132.524.807

Pajak pendapatan = 30%

Keuntungan setelah pajak = Rp 60.992.767.365

4.8.7 Hasil kelayakan Ekonomi

4.8.7.1 *Percent Return On Investment (ROI)*

$$\text{ROI} = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{Fixed Capital}} \times 100 \%$$

ROI sebelum pajak = 33,37 %

ROI sesudah pajak = 23,36 %

4.8.7.2 Pay Out Time (POT)

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

$$\text{POT sebelum pajak} = 2,31 \text{ tahun}$$

$$\text{POT sesudah pajak} = 3,00 \text{ tahun}$$

4.8.7.3 Break Even Point (BEP)

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

$$\text{BEP} = 51,37 \%$$

4.8.7.4 Shut Down Point (SDP)

$$\text{SDP} = \frac{(0,3 Ra)}{(Sa - Va - 0,7 Ra)} \times 100 \%$$

$$\text{SDP} = 33,89 \%$$

4.8.7.5 Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFRR)

$$\text{Umur pabrik} = 10 \text{ tahun}$$

$$\text{Fixed Capital Investment} = \text{Rp } 261.085.774.768$$

$$\text{Working Capital} = \text{Rp } 128.024.781.521$$

$$\text{Salvage Value (SV)} = \text{Rp } 26.108.577.477$$

$$\begin{aligned} \text{Cash flow (CF)} &= \text{Annual profit} + \text{depresiasi} + \text{finance} \\ &= \text{Rp } 77.457.051.006 \end{aligned}$$

Discounted cash flow dihitung secara *trial & error*

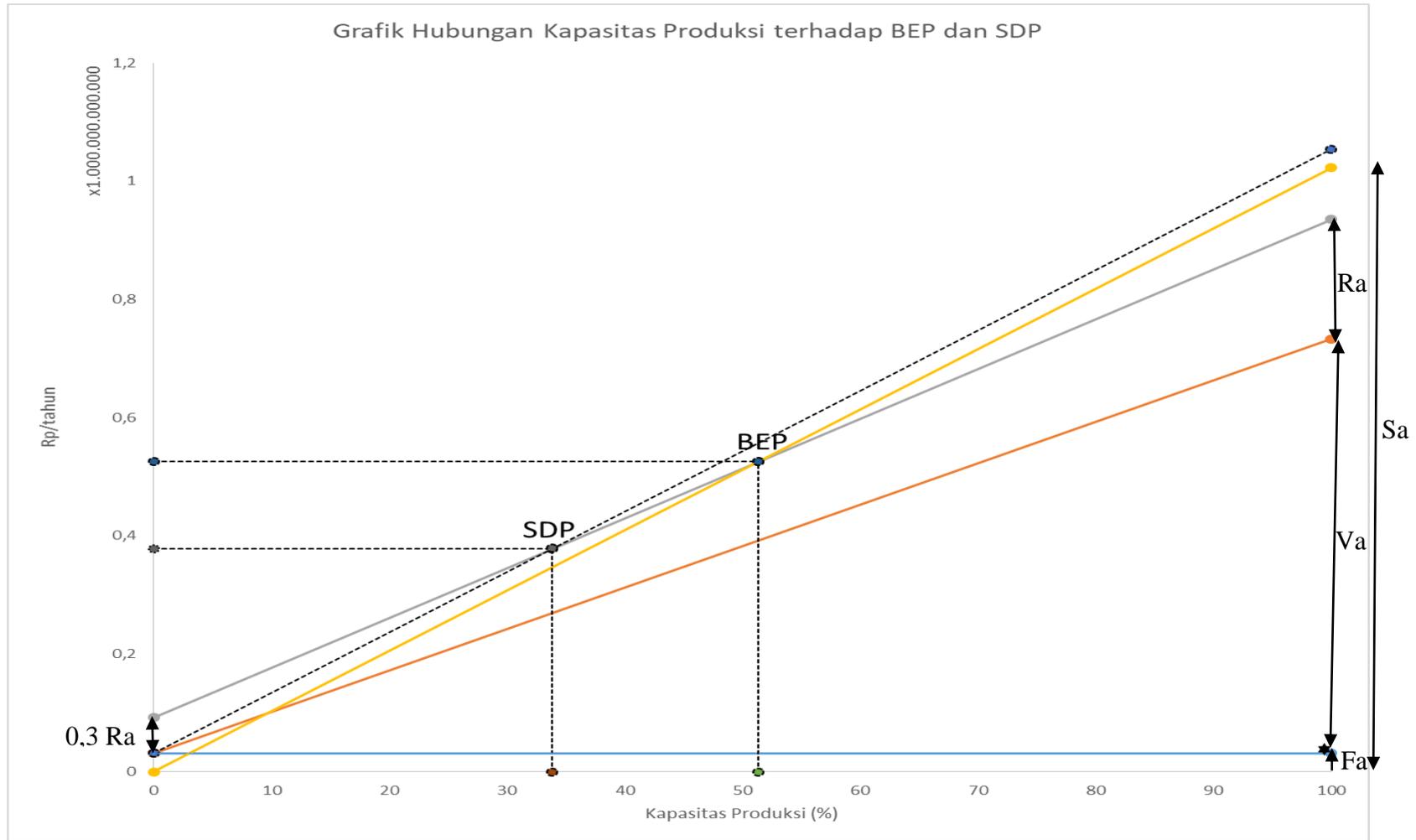
$$(FC+WC)(1+i)^N = C \sum_{n=0}^{n=N-1} (1+i)^N + WC + SV$$

$$R = S$$

Dengan *trial & error* diperoleh nilai $i = 17,24 \%$

Tabel 4. 30 Rekapitulasi komponen biaya untuk penentuan BEP dan SDP secara grafis

Kapasitas, %	Sa(Rp)	Fa(Rp)	Va(Rp)	Ra(Rp)	Total Cost(Rp)	Keuntungan(Rp)
0	0	31.330.292.972	0	60.714.860.227	92.045.153.199	-92.045.153.199
10	102.239.427.821	31.330.292.972	70.154.859.300	74.881.660.947	176.366.813.219	--74.127.385.399
20	204.478.855.641	31.330.292.972	140.309.718.601	89.048.461.666	260.688.473.239	-56.209.617.598
30	306.718.283.462	31.330.292.972	210.464.577.901	103.215.262.386	345.010.133.259	-38.291.849.797
40	408.957.711.282	31.330.292.972	280.619.437.201	117.382.063.105	429.331.793.279	-20.374.081.997
50	511.197.139.103	31.330.292.972	350.774.296.502	131.548.863.825	513.653.453.299	-2.456.314.196
60	613.436.566.923	31.330.292.972	420.929.155.802	145.715.664.545	597.975.113.319	15.461.453.604
70	715.675.994.744	31.330.292.972	491.084.015.102	159.882.465.264	682.296.773.339	33.379.221.405
80	817.915.422.564	31.330.292.972	561.238.874.403	174.049.265.984	766.618.433.359	51.296.989.205
90	920.154.850.385	31.330.292.972	631.393.733.703	188.216.066.704	850.940.093.379	69.214.757.006
100	1.022.394.278.205	31.330.292.972	701.548.593.003	202.382.867.423	935.261.753.399	87.132.524.807



Gambar 4. 7 Grafik Hubungan Kapasitas Produksi terhadap BEP dan SDP