

*Pra Rancangan Pabrik Methyl Ethyl ketone
Dari Secondary Butanol
Kapasitas 20.000 Ton/Jahun*

5. Ibu Dra. Kamariah Anwar, MS., selaku ketua jurusan Teknik Kimia.
6. Bapak Dr. Ir. Farham HM Saleh MSIE., selaku dosen pembimbing yang penuh kesabaran dan kebijaksanaan dalam membimbing hingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Bapak Arif Hidayat, ST., MT dan Bapak Ir. H. Dulmalik, MM selaku dosen penguji yang dengan kesabaran dan kebijaksanaan telah menambah wawasan kami.
8. Seluruh civitas akademika di lingkungan jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
9. Semua pihak yang telah membantu penulis hingga terselesaikannya laporan ini.

Kami menyadari sepenuhnya bahwa penyusunan laporan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini masih banyak kekurangan dan kelemahan serta jauh dari kesempurnaan. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan laporan ini.

Besar harapan kami semoga laporan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan bagi yang memerlukannya.

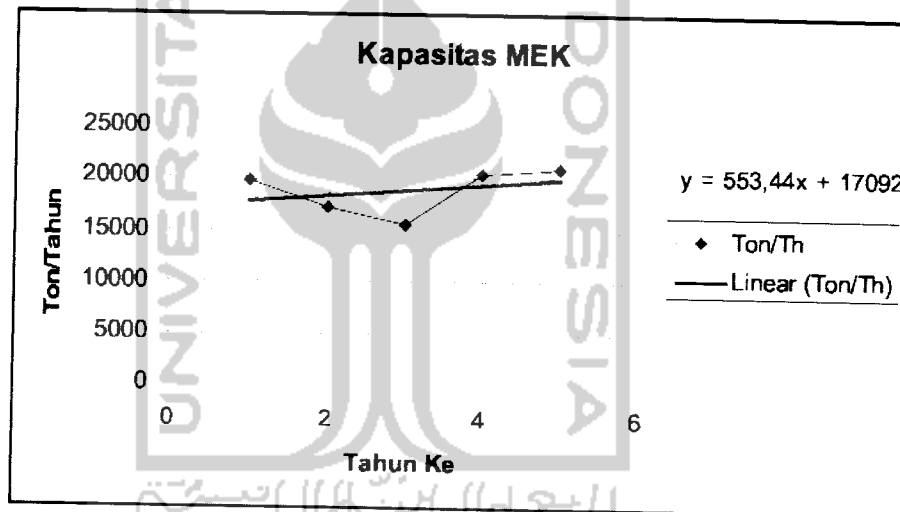
Wassalamualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Februari 2007

Penyusun

Tabel 1.1. Kebutuhan metil etil keton

No	Tahun	Kebutuhan (kg / tahun)
1	2000	19.745.661
2	2001	17.215.683
3	2002	15.458.517
4	2003	20.440.056
5	2004	20.900.669



Gambar 1.1. Kapasitas Metil Etil Keton

Berdasarkan prediksi kebutuhan dengan pendekatan $y = 553.44x + 17092$, maka ditetapkan kapasitas rancangan pabrik metil etil keton yang akan didirikan pada tahun 2010 adalah sebesar 20.000 ton/tahun. Dengan kapasitas produksi 20.000 ton/tahun tersebut dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri.

Daya tarik utama *Methyl Ethyl Ketone* adalah sebagai *solvent* untuk cat dan bahan perekat. Hal tersebut telah berkembang dalam tahun-tahun terakhir ini. Pada umumnya, MEK dianggap sebagai saingan utama untuk produk *Ethyl Acetate*, khususnya sebagai *solvent* dengan titik didih rendah, sehingga MEK banyak dipakai pula sebagai *solvent* untuk *nitrocellulose*, *cellulose acetate butirat*, *ethyl cellulose*, *acrylic resin*, *vinyl acetate* dan *vinyl chloride-vinyl acetate copolymer*.

Kelebihan MEK sebagai *solvent* karena viskositas rendah, konsentrasi padatan tinggi dan toleransi kelarutan besar.

1.2.1. Dehidrogenasi Katalitik dari Sekunder Butil Alkohol (SBA) dalam Fase Gas

Dikenal sebagai *Deutsche Texaco AG Process*. Uap SBA yang telah dipanaskan dilewatkan dalam reaktor *fixed bed catalytic* yang mengandung katalis Brass (kuningan) pada 400-500⁰C tekanan 2-4 atm. Didalam reaktor terjadi reaksi dehidrogenasi katalitik dari Sekunder Butil Alkohol.



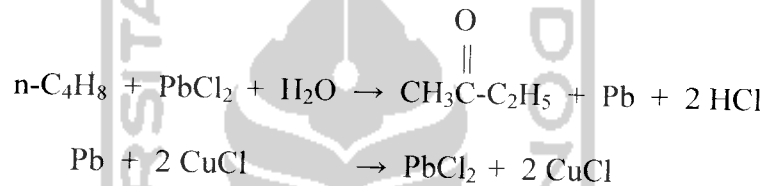
Konversi Secunder Buthyl Alkohol antara 85-90 % (mole). Hasil reaksi meninggalkan reaktor berupa gas dan dikondensasikan. Hasil kondensasi kemudian dipisahkan dalam *separator*, gas H₂ yang tidak terkondensasikan

dibebaskan ke udara. Selanjutnya dilakukan distilasi untuk memisahkan MEK dari SBA, cairan MEK dapat ditampung sebagai produk akhir.

1.2.2. Oksidasi langsung dari N-Butane

Dikenal sebagai *Hoechst Wacker Process* dimana oksigen ditransfer dalam fasa homogen ke n-butane dengan menggunakan pasangan garam redoks $PbCl_2$ dan $CuCl$.

Reaksi:



Hasil produksi dengan konversi 90 % n-butane (C_4H_8) adalah MEK 86 %, n - butiraldehida 4 %, produk chlorinasi 6 % dan CO_2 1 % dalam mol.

1.2.3. Oksidasi Fase Liquid N-Butane

Pada proses ini cairan MEK dihasilkan sebagai produk samping, sedangkan produk utama dari proses ini adalah asam asetat,. N-butane *autokondensasi* dalam fasa *liquid*. *Plug flow process* secara *continuu* dikembangkan oleh *Union Carbide* dengan menggunakan *intermediate* MEK, dimana MEK dan Asam asetat dihasilkan dari proses oksidasi fase liquid tanpa katalis pada suhu 180 °C dan tekanan 5,3 MPa. Sedangkan proses oksidasi *continuu* dibawah kondisi *plug flow* pada temperatur 150 °C dan tekanan 6,5 KPa

2.2. Spesifikasi Bahan Baku

1. Sekunder Butyl Alkohol

Rumus Molekul	:	C ₄ H ₉ OH
Berat Molekul	:	74,12
Fase	:	Cair
Titik Didih	:	99,5 °C
Titik Beku	:	-114 °C
Suhu Kritis	:	265 °C
Viskostas	:	3,78 Cp, pada suhu 20 °C
Densitas	:	0,808 gr/cm ³ pada suhu 20 °C
Kemurnian	:	98 %

2.3. Bahan Pembantu

1. Katalisator

Jenis	:	Yellow Brass
Komposisi	:	(Cu 65 % + Zn 35 %)
Bentuk	:	Bola
Densitas	:	4800 kg/m ³
Porositas (ε)	:	0,38
Titik Lebur	:	932,2 °C

Merupakan alat yang dipasang pada aliran bahan baku, aliran masuk dan aliran keluar proses.

- *Temperature Control*

Merupakan alat yang dipasang di dalam setiap alat proses. Jika belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan, maka akan timbul tanda/isyarat berupa suara dan nyala lampu.

Jika pengendalian proses dilakukan terhadap kerja pada suatu harga tertentu supaya dihasilkan produk yang memenuhi standar, maka pengendalian mutu dilakukan untuk mengetahui apakah bahan baku dan produk telah sesuai dengan spesifikasi. Setelah perencanaan produksi disusun dan proses produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik.

Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standard dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal, untuk itu perlu dilakukan pengendalian produksi sebagai berikut :

2.4.1 Pengendalian Kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku tidak baik, kesalahan operasi dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor atau analisa pada bagian Laboratorium Pemeriksaan. Pengendalian Kualitas (*Quality Control*) pada pabrik metil etil keton ini meliputi:

- a. Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas yang dimaksud disini adalah pengawasan produk terutama metil etil keton pada saat akan dipindahkan dari tangki penyimpanan sementara (*day tank*) ke tangki penyimpanan tetap (*storage tank*), dari *storage tank* ke mobil truk dan ke kapal.

2.4.2 Pengendalian Kuantitas

Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan pengadaan bahan baku, perbaikan alat terlalu lama, dan lain-lain. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya dan diadakan evaluasi. Selanjutnya diadakan perencanaan kembali sesuai dengan kondisi perusahaan.

2.4.3. Pengendalian Waktu

Untuk mencapai kualitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

2.4.2 Pengendalian Bahan Proses

Bila ingin dicapai kapasitas produksi yang diinginkan, maka bahan baku harus mencukupi, untuk itu diperlukan pengendalian bahan baku agar tidak terjadi kekurangan.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

Pada proses pembuatan metil etil keton dengan proses dehidrogenasi, sekunder butanol dialirkan ke dalam reaktor. Reaksi berlangsung pada suhu 500 °C dan tekanan 2 atm. Setelah reaksi terjadi kemudian H₂ dipisahkan dalam *separator*. Pemurnian produk metil etil keton sebagai produk utama dilakukan pada menara distilasi.

Secara garis besar proses pembuatan metil etil keton dibagi menjadi 3 tahap yaitu:

3.1.1. Unit Persiapan Bahan Baku

Bahan baku pembuatan metil etil keton adalah sekunder butanol, katalisator yellow brass. Sekunder butanol 98% yang disimpan pada tangki T-01 pada suhu 30 °C dan tekanan 1 atm dipompa dengan pompa P-02 diumpankan ke pemanas *heater* HE-01 dipanaskan dari suhu 30 °C dan tekanan 1 atm menjadi 128 °C dengan tekanan 1 atm. Keluar dari HE-01 kemudian cairan sekunder butanol diumpankan ke *vaporizer* untuk diuapkan sebagian di *vaporizer* VP, campuran cairan dan uap sekunder butil alkohol yang keluar dari *vaporizer* VP bersuhu 128 °C tekanan 1 atm dipisahkan dalam *acumulator* ACC-01. Cairan hasil bawah *acumulator* ACC-01

digabung dengan cairan yang keluar dari HE-01 dan dimasukkan kembali dalam vaporizer VP. Uap Sekunder Butil Alkohol sebagai hasil atas *acumulator* ACC-01 yang bersuhu 128 °C dan bertekanan 1 atm diumpankan ke *heater* HE-02 setelah sebelumnya dinaikkan tekanannya menjadi 2,15 atm di kompresor K-01 untuk dipanaskan dalam *heater* HE-02 sampai suhunya menjadi 270 °C tekanan 2,12 atm, dipanaskan lagi di *heater* HE-03 sehingga suhunya menjadi 290 °C tekanan 2,1 atm serta dipanaskan lebih lanjut di *heater* HE-04 sehingga suhunya menjadi 306 °C dengan tekanan 2,05 atm. Media pemanas yang dipakai di HE-02, HE-03 dan HE-04 adalah gas hasil reaksi yang keluar dari reaktor R. Gas Sekunder Butil Alkohol dari *heater* HE-04 dipanaskan lagi didalam *furnace* F sampai suhunya mencapai 500 °C dan tekanan 2 atm.

3.1.2. Unit Reaksi

Setelah bahan baku mencapai suhu yang diinginkan pada reaktor terjadi reaksi dehidrogenasi secara eksotermis antara sekunder butanol dengan katalisator *yellow brass* menghasilkan metil etil keton dan hidrogen.

Reaksi dilakukan secara isothermal pada suhu 500°C dan tekanan 2 atm yang dijalankan di dalam raktor *fixed bed*. Konversi sekunder butanol adalah 90 %.

Reaksi yang terjadi adalah:

Harga : \$ 5,400

6. *Separator (SP)*

Tugas : Memisahkan uap dan cairan yang keluar dari *condenser* CD-01 sebanyak 2987,3503 kg/jam.

Jenis : *Singel Stage Horizontal Separator Tank*

Kondisi : $T = 88,6 \text{ }^\circ\text{C}$; $P = 1,2 \text{ atm}$

Ukuran :

- Diameter = 0.5 m
- Panjang = 2 m
- Tebal dinding = $\frac{3}{16}$ inch
- Tebal head = $\frac{3}{16}$ inch

Bahan : *Carbon Steel SA-285 grade-C*

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 5,000

7. *Reaktor (R)*

Tugas : Tempat berlangsungnya dehidrogenasi Sekunder Butil Alkohol ($\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$) menjadi *Methyl Ethyl Ketone* ($\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$) dan gas

Iyfa Januar (02 521 184)

Cantrama Caradra (02 521 217)

*Pra Rancangan Pabrik Methyl Ethyl Ketone
dari Secondary Butanol
Kapasitas 20.000 Ton/Jahun*

24

- ◆ *Distilat* : P = 1 atm ; T = 80,05 °C
- ◆ *Bottom* : P = 1,3 atm ; T = 105,09 °C

Ukuran :

- Diameter tangki atas = 1,3440 m
- Diameter tangki bawah = 1,0300 m
- Tebal dinding = $\frac{3}{16}$ inch
- Tinggi menara = 16,4025 m
- Tebal head = $\frac{3}{16}$ inch
- *Tray spacing* = 0,45 m
- Lokasi umpan masuk = antara 28-29

Jumlah plate :

- Plate seksi *rectifying* : 32 plate
- Plate seksi *striping* : 16 plate

Bahan : Carbon Steel SA-283 grade-B

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 447656,82

9. *Fired Heater (F)*

Tugas : Memanaskan umpan Sekunder Butil Alkohol (C₄H₉OH)
sebelum masuk reaktor sebanyak 2987,3503 kg/jam.

Syfa Januar (02 521 184)
Cantrama Hardra (02 521 217)

- ◆ *Pressure drop* = 0,032 psi

Spesifikasi *Inner Pipe*

- ◆ IPS = 1,25 in
- ◆ ID = 1,38 in
- ◆ *Flow area* (A_p) = 0,0104 ft²
- ◆ *Pressure drop* = 0,000000134 psi

Bahan konstruksi : *Steel Double pipe*

Harga : \$ 5,107.2

13. *Heater 01 (HE-01)*

Tugas : Memanaskan umpan Sekunder Butil Alkohol dari tangki penyimpanan (T-01) dari suhu 30 °C hingga 128 °C sebanyak 2987.3503 kg/jam

Jenis : *Shell and Tube Heat Exchanger*

Aliran fluida :

- Fluida dingin : Umpan sekunder butanol
- Fluida panas : *Steam*

Spesifikasi :

- *Tube* : Panjang = 16 ft
OD = 0,75 inch
ID = 0,584 inch

Syfa Januar (02 521 184)

Cantrama Cardra (02 521 217)

Pressure drop = 0,389 psi

▪ Shell : IDs = 33 inch

Passes = 1

Bahan : *Stainless steel*

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 91,000

18. Cooler 02 (CL-02)

Tugas : Mendinginkan gas yang keluar dari cooler CL-01 untuk diumpankan pada condenser CD-01 dari suhu 120 °C hingga 90,7 °C sebanyak 2987,3503 kg/jam

Jenis : *Double Pipe Exchanger*

Aliran fluida :

- Fluida dingin : Air pendingin
- Fluida panas : Gas hasil keluar reaktor

Spesifikasi :

▪ Spesifikasi *Annulus*

➤ IPS = 3/4 in

➤ D1 = 1,05 in

➤ D2 = 1,38 in

➤ Aa = 0,0044 ft²

*Pra Rancangan Pabrik Methyl Ethyl Ketone
dari Secondary Butanol
Kapasitas 20.000 Ton/Jahun*

Pressure drop = 0,389 psi

▪ *Shell* : IDs = 33 inch

Passes = 1

Bahan : *Stainless steel*

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 91,000

18. Cooler 02 (CL-02)

Tugas : Mendinginkan gas yang keluar dari *cooler* CL-01 untuk diumpankan pada *condenser* CD-01 dari suhu 120 °C hingga 90,7 °C sebanyak 2987,3503 kg/jam

Jenis : *Double Pipe Exchanger*

Aliran fluida :

- Fluida dingin : Air pendingin
- Fluida panas : Gas hasil keluar reaktor

Spesifikasi :

- Spesifikasi *Annulus*

- IPS = 3/4 in
- D1 = 1,05 in
- D2 = 1,38 in
- Aa = 0,0044 ft²

Syfa Januar (02 521 184)

Tantrama Haratra (02 521 217)

*Pra Rancangan Pabrik Methyl Ethyl Ketone
dari Secondary Butanol
Kapasitas 20.000 Ton/Jahun*

44

Jenis	:	<i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	:	13,804 gpm
Ukuran pipa	:	OD = 1,9 inch ID = 1,61 inch <i>Flow area = 2,04 inch²</i>
Head pompa	:	0,8709 ft
Motor	:	Daya = 0,0061 Hp Putaran = 1500 rpm
Motor standard	:	1 Hp
Bahan	:	<i>Commercial Steel</i>
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	\$ 12,723.25

3.3. PERENCANAAN PRODUKSI

3.3.1. Kapasitas Perancangan

Pemilihan kapasitas perancangan didasarkan pada kebutuhan *Methyl Ethyl Ketone* di Indonesia, tersedianya bahan baku serta ketentuan kapasitas minimal. Kebutuhan *Methyl Ethyl Ketone* dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan pesatnya perkembangan industri kimia di Indonesia. Diperkirakan kebutuhan *Methyl Ethyl Ketone* akan terus meningkat di tahun-tahun mendatang, sejalan dengan berkembangnya industri-industri yang menggunakan *Methyl Ethyl*

Syfa Januar (02 521 184)

Tantrama Hardra (02 521 217)

- b. Pengoperasian, pengontrolan, pengangkutan, pemindahan maupun perbaikan semua peralatan proses dapat dilakukan dengan mudah dan aman.
 - c. Pemanfaatan areal tanah seefisien mungkin.
 - d. Transportasi yang baik dan efisien.
3. Prasarana dan Fasilitas Sosial

Prasarana seperti jalan dan transportasi lainnya harus tersedia, demikian juga fasilitas sosial seperti sarana pendidikan, ibadah, hiburan, bank dan perumahan sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup.

4.2. Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat bekerjanya karyawan, tempat peralatan, tempat penimbunan bahan baku dan produk yang saling berhubungan. Tata letak pabrik harus dirancang sedemikian rupa sehingga penggunaan area pabrik efisien dan proses produksi serta distribusi dapat berjalan dengan lancar, keamanan, keselamatan, dan kenyamanan bagi karyawan dapat terpenuhi. Selain peralatan proses, beberapa bangunan fisik lain seperti kantor, bengkel, poliklinik, laboratorium, kantin, pemadam kebakaran, pos penjagaan, dan sebagainya ditempatkan pada bagian yang tidak mengganggu lalu lintas, barang dan proses.

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 dilihat dari penjadwalan yang dilakukan pada tiap-tiap alat. Perawatan tiap alat meliputi :

a. *Over head* 1 x 1 tahun

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

b. *Repairing*

Merupakan kegiatan *maintenance* yang bersifat memperbaiki bagian-bagian alat yang rusak. Hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan.

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance* adalah :

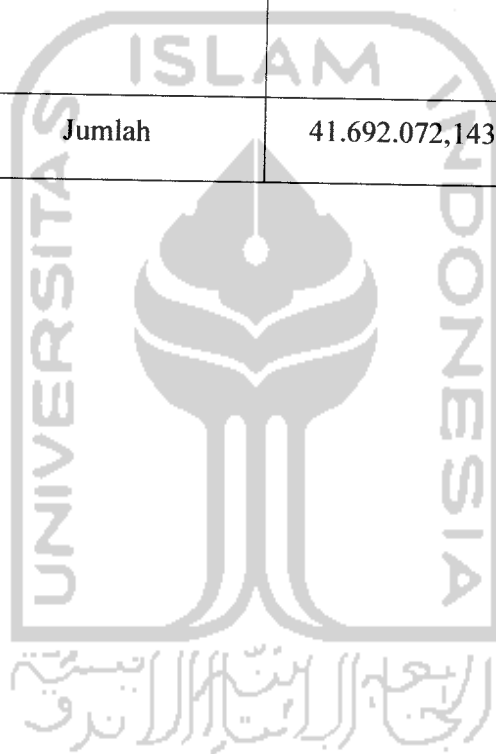
◆ Umur alat

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

d. Neraca panas furnace

Tabel 4.9. Neraca panas furnace

Sumber panas	Masuk, kkal/jam	Keluar, kkal/jam
Umpan masuk	41.692.072,1431	-
Produk keluar	-	41.692.072,1431
Heat loss		0
Jumlah	41.692.072,1431	41.692.072,1431



Sehingga kebutuhan air keseluruhan dan air make up sebanyak 18858,704 kg/jam. Adanya air make up dikarenakan adanya air yang hilang pada saat pengolahan air baik untuk air pendingin dan kantor maupun untuk penyediaan steam. sehingga diperlukan air yang tidak dapat direcycle/ air make up

Unit Penyediaan dan Pengolahan Air meliputi :

Kebutuhan air pabrik diperoleh dari air sungai dengan mengolah terlebih dulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan dapat meliputi pengolahan secara fisik dan kimia.

Unit Penyediaan dan Pengolahan Air meliputi:

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* diumpankan ke dalam tangki kemudian diaduk dengan putaran tinggi sambil menginjeksikan bahan-bahan kimia, yaitu:

1. $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$, yang berfungsi sebagai flokulan.
2. Na_2CO_3 , yang berfungsi sebagai flokulan.

Air baku dimasukkan ke dalam *clarifier* untuk mengendapkan lumpur dan partikel padat lainnya, dengan menginjeksikan alum ($Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$), koagulan acid sebagai pembantu pembentukan flok dan NaOH sebagai pengatur pH. Air

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

a. *Kation Exchanger*

Kation 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 kation 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.

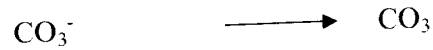
Reaksi:



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:



Kedalam *deaerator* juga dimasukan *low steam condensat* yang berfungsi sebagai media pemanas.

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

2. Bak Penggumpal (BU-02)

Tugas : Menggumpalkam koloid dengan koagulan dengan cara
menambahkan $Al_2(SO_4)_3$ dan Na_2CO_3

Kapasitas : 27,694 m³

Dimensi : Tangki Silinder berpengaduk

D = 3 m; H = 6 m

Pengaduk : *Marine Propeller* dengan 4 *Baffle* dalam Tangki

Power motor : 2 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 44410,4

3. Clarifier (CLU)

Fungsi : Mengendapkan gumpalan – gumpalan kotoran dari bak
penggumpal secara sedimentasi

Jenis : *Circular Clarifiers*

Kapasitas : 27,6942 m³

Waktu tinggal : 1 jam

Dimensi :

◆ Diameter :

Atas = 3,8 m

Bawah = 2,3 m

◆ Tinggi cairan = 4,57m

Jumlah : 1
Harga : US\$ 31,882.87

10. Cold Basin (TU-07)

Tugas : Menampung air keluar dari *cooling tower* dan *make up* dari
Filtered water tank

Jenis : Bak beton bertulang
Kapasitas : 376,452 m³/jam
Dimensi : P = L = 10 m , H = 5 m , T = 0,2 m
Harga : \$ 22205,20

11. Hot Basin (TU-08)

Tugas : Menampung air proses yang akan didinginkan di *cooling
tower*

Jenis : Bak beton bertulang
Kapasitas : 376,452 m³/jam
Dimensi : P = L = 10 m , H = 5 m , T = 0,2 m
Waktu tinggal : 1 jam
Harga : \$ 22205,20

12. Kation Exchanger (KEU)

Fungsi : Menurunkan kesadahan air umpan boiler

Jenis : *Down Flow Cation Exchanger*

Kapasitas : 80,46 m³/jam

Resin : *Natural Greensand Zeolit*

Dimensi :

◆ Luas = 59,049 ft²

◆ Diameter = 8,7 ft

Harga : \$ 5,551.3

13. Anion Exchanger (AEU)

Fungsi : Menghilangkan *Anion* dari air keluaran *kation exchanger*

Jenis : *Down Flow Anion Exchanger*

Kapasitas : : 80,46 m³/jam

Resin : *Weakly Basic Anion Exchanger*

Dimensi :

◆ Luas = 59,049 ft²

◆ Diameter = 8,7 ft

Harga : \$ 5,551.3

17. Blower (BWU)

Fungsi : Mengalirkan udara segar ke dalam Boiler (BLU)
Jenis : *Centrifugal Blower*
Kapasitas : 243541,7022 kg/jam
Power motor : 800 Hp
Harga : \$ 8419,6725

18. Kompresor (KU)

Fungsi : Menyediakan udara tekan 4 atm untuk keperluan alat instrumentasi dan kontrol
Jenis : *Single Stage Centrifugal Compressor*
Kapasitas : 201,6 m³/jam
Power motor : 22,19 Hp
Harga : \$ 22205,19925

19. Generator (GU)

Fungsi : Membangkitkan Listrik untuk keperluan proses ,utilitas, dan umum apabila listrik dari PLN padam
Jenis : Generator diesel
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 2000 kW

Kebutuhan bahan bakar : 428,4318 kg/jam

Harga : \$ 129,626.7017

20. Tangki Bahan Bakar (TU-04)

Fungsi : Menyimpan kebutuhan bahan bakar Boiler (BLU) untuk
kebutuhan 7 hari dan bahan bakar Generator (GU)

Jenis : Tangki Silinder dengan *Conical Roof dan Flat Bottomed*

Kapasitas : 11,5791 m³/jam

Dimensi :

◆ Diameter = 17,6m

◆ Tinggi = 8,8 m

Harga : \$ 1665.39

21. Pompa Utilitas 01 (PU-01)

Fungsi : Memompa Air Sungai ke Bak Pengendap Awal (BU-01)

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 608,8806gpm

Head : 5,9873 m

Tenaga pompa : 3,02 Hp

Tenaga motor : 5 Hp Standar NEMA

30. Pompa Utilitas 10 (PU-10)

Fungsi : Memompa Air dari *Boiling feed Water* ke Boiler
Jenis : *Centrifugal pumps (multi stage, single suction, radial flow)*
Jumlah : 4 buah
Kapasitas : 749,3886 gpm
Head : 4,4625 m
Tenaga pompa : 2,7743 Hp
Tenaga motor : 7,5 Hp Standar NEMA
Harga : \$ 7660,39

31. Pompa Utilitas 11 (PU-11)

Fungsi : Memompa Air tangki penampung ke bak klorinasi
Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 664,4291 gpm
Head : 6,2116 m
Tenaga pompa : 3,4239 Hp
Tenaga motor : 7,5 Hp Standar NEMA
Harga : \$ 3330,78

32. Pompa Utilitas 12 (PU-12)

Fungsi : Memompa Air dari *cooling tower* ke *cold basin*
Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)*
Jumlah : 4 buah
Kapasitas : 709,1244 gpm
Head : 4,7108 m
Tenaga pompa : 2,7713 Hp
Tenaga motor : 7,5 Hp Standar NEMA
Harga : \$ 16986,98

33. Pompa Utilitas 13 (PU-13)

Fungsi : Memompa Air *cold basin* ke alat proses
Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)*
Jumlah : 4 buah
Kapasitas : 710,5455 gpm
Head : 6,2551 m
Tenaga pompa : 3,6798 Hp
Tenaga motor : 7,5 Hp Standar NEMA
Harga : \$ 16986,98

34. Pompa Utilitas 14 (PU-14)

Fungsi : Memompa Air dari alat proses ke *hot basin*

Kondisi Operasi : - Tekanan = 1atm
- Suhu = 40 °C

Dimensi Tangki

Volume : 6606,491 m³
Diameter : 92,5426 ft = 28,2070 m
Tinggi : 34,7035 ft = 10,5776 m
Bahan konstruksi : *Stainless steel SA-3 Grade C*
Harga : \$ 4320,9876

41. Tangki Larutan Alum (T-12)

Fungsi : Menyimpan dan menyiapkan larutan alum 5 %
selama 24 jam
Jenis : Tangki silinder berpengaduk.
Jumlah : 1 buah
Kondisi Operasi : - Tekanan = 1 atm
- Suhu = 32 °C

Dimensi Tangki

Volume : 5,4910 m³
Diameter : 2 m
Tinggi : 4 m
Bahan konstruksi : *Stainless steel SA-285 Grade C*

2. Laboratorium Analisa/Analitik

Tugas dari laboratorium ini adalah melakukan analisa terhadap sifat-sifat dan kandungan kimiawi bahan baku, produk akhir, kadar air, dan bahan kimia yang digunakan (*additive*, bahan-bahan injeksi, dan lain-lain)

3. Laboratorium Penelitian, Pengembangan dan Perlindungan Lingkungan

Tugas dari laboratorium ini adalah melakukan penelitian dan pengembangan terhadap kualitas material terkait dalam proses yang digunakan untuk meningkatkan hasil akhir. Sifat dari laboratorium ini tidak rutin dan cenderung melakukan penelitian hal-hal yang baru untuk keperluan pengembangan. Termasuk didalamnya adalah kemungkinan penggantian, penambahan, dan pengurangan alat proses.

4.6.3 Alat-Alat Utama Laboratorium

Alat-alat utama yang digunakan di laboratorium antara lain :

a. *Water Content Tester*

Alat ini digunakan untuk menganalisa kadar air dalam produk.

b. *Viscosimeter Bath*

Alat untuk mengukur viskositas produk keluar dari reaktor.

c. *Hydrometer*

Alat ini digunakan untuk mengukur spesifik gravity

d. *Thermoline* untuk menentukan titik leleh

Tugas Direktur Keuangan dan Umum antara lain :

1. Bertanggungjawab kepada Direktur Utama dalam bidang keuangan, pelayanan umum, K3 dan litbang serta pemasaran.
2. Mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan kepala bagian yang dibawahinya.

4.7.3.4. Staff Ahli

Staff ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu Dewan Direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknis maupun administrasi. *Staff* ahli bertanggungjawab kepada Direktur Utama sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing.

Tugas dan wewenang *staff* ahli antara lain :

1. Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
2. Mengadakan evaluasi teknik dan ekonomi perusahaan.
3. Memberikan saran dalam bidang hukum

4.7.3.5. Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinasi, 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 bersama-sama dengan *staff* ahli. Kepala bagian ini bertanggungjawab kepada direktur masing-masing.

a. Kepala Bagian Produksi

Bertanggungjawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi. Kepala bagian membawahi :

- Seksi proses.
- Seksi pengendalian
- Seksi Laboratorium

b. Kepala Bagian Teknik

Tugas antara lain :

Bertanggungjawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang peralatan proses dan utilitas serta mengkoordinasi kepala-kepala seksi yang dibawahinya. Kepala bagian teknik membawahi :

- Seksi pemeliharaan
- Seksi utilitas

c. Kepala Bagian Pemasaran

Bertanggungjawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang bahan baku dan pemasaran hasil produksi.

Kepala Bagian Pemasaran membawahi :

- Seksi Pembelian
- Seksi Pemasaran/penjualan

a. Kepala Seksi Proses

Tugas Kepala Seksi Proses bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran proses produksi.

Seksi Proses :

Tugas seksi proses antara lain :

- ◆ Mengawasi jalannya proses dan produksi dan
- ◆ Menjalankan tindakan sepenuhnya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.

b. Kepala Seksi Pengendalian

Tugas Kepala Seksi Pengendalian bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Produksi dalam hal kelancaran proses produksi yang berkaitan dengan keselamatan aktivitas produksi.

Seksi Pengendalian :

Tugas seksi Pengendalian antara lain :

- ◆ Menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.
- ◆ Bertanggung jawab terhadap perencanaan dan pengawasan keselamatan proses, instalasi peralatan, karyawan, dan lingkungan (inspeksi).

Diluar jam kerja kantor maupun pabrik tersebut, apabila karyawan masih dibutuhkan untuk bekerja, maka kelebihan jam kerja tersebut akan diperhitungkan sebagai kerja lembur (overtime) dengan perhitungan gaji yang tersendiri. Untuk hari besar (hari libur nasional), karyawan kantor diliburkan. Sedangkan karyawan pabrik tetap masuk kerja sesuai jadwalnya dengan perhitungan lembur.

4.7.6. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

4.7.6.1. Penggolongan Jabatan

Tabel 4.15. Penggolongan jabatan

No	Jabatan	Pendidikan
1.	Direktur Utama	Sarjana Teknik Kimia
2.	Direktur Teknik dan Produksi	Sarjana Teknik Kimia
3.	Direktur Keuangan dan Umum	Sarjana Ekonomi
4.	Kepala Bagian Produksi	Sarjana Teknik Kimia
5.	Kepala Bagian Teknik	Sarjana Teknik Mesin/Elektro
6.	Kepala Bagian R & D	Sarjana Teknik Kimia
7.	Kepala Bagian Keuangan	Sarjana Ekonomi
8.	Kepala Bagian Pemasaran	Sarjana Ekonomi
9.	Kepala Bagian Umum	Sarjana Hukum
10.	Kepala Seksi	Sarjana Muda Teknik Kimia
11.	Operator	STM/SMU/Sederajat
12.	Sekretaris	Akademi Sekretaris
13.	Staff	Sarjana Muda / D III
13.	Medis	Dokter

Isfa Januar (02 521 184)

Tantrama Haratra (02 521 217)

4.8.1. Penaksiran Harga Peralatan

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. Persamaan pendekatan yang digunakan untuk memperkirakan harga peralatan pada saat seakrang adalah:

$$E_x = E_y \frac{N_x}{N_y} \quad (\text{Aries \& Newton P.16, 1955})$$

Dalam hubungan ini:

E_x = harga alat pada tahun X

E_y = harga alat pada tahun Y

N_x = nilai indeks tahun X

N_y = nilai indeks tahun Y

Table 4.18. Indeks harga alat pada berbagai tahun

Tahun	X (Tahun)	Y (Index)
1954	1	324
1679	2	343
1982	3	355
1992	4	356
1993	5	361,3
1994	6	358,2
1995	7	359,2

Isfa Januar (02 521 184)

Cantrama Haratra (02 521 217)

4.8.3. Perhitungan Biaya

4.8.3.1. *Capital Investment*

Capital investment adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk fasilitas-fasilitas produksi dan untuk menjalankannya. *Capital investment* meliputi:

- a. *Fixed Capital Investment* adalah investasi untuk mendirikan fasilitas produksi dan pembuatannya.
- b. *Working Capital* adalah investasi yang diperlukan untuk menjalankan usaha/modal dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

4.8.3.2. *Manufacturing Cost*

Manufacturing cost adalah biaya yang diperlukan untuk produksi suatu bahan, merupakan jumlah *direct*, *indirect* dan *fixed manufacturing cost* yang berkaitan dengan produk.

- a. *Direct Cost* adalah adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.
- b. *Indirect Cost* adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.
- c. *Fixed Cost* merupakan harga yang berkaitan dengan *fixed capital* dan pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dimana harganya tetap, tidak tergantung waktu maupun tingkat produksi.

*Pra Rancangan Fabrik Methyl Ethyl Ketone
dari Secondary Butanol
Kapasitas 20.000 Ton/Jahun*

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

4.8.5. Hasil Perhitungan

4.8.5.1. Penentuan Total Capital Investment (TCI)

A. Modal Tetap (Fixed Capital Investment)

Tabel 4.19 Fixed Capital Investment

No	Type of Capital Investment	US \$	Rupiah (Rp)
1	Delivered Equipment	3,993.717,340,38	-
2	Equipment Instalation	487.216,44	4.872.164.399,36
3	Piping	1.529.324,32	15.293.243.195,42
4	Instrumentation	337.717,10	3.377.171.003,43
5	Insulation	110.240,57	1.102.405.685,21
6	Electrical	216.739,69	2.167.396.897,88
7	Buildings	-	13.731.250.000,00
8	Land and Yard Improvement	-	13.681.250.000,00
9	Utilities	313.435,49	3.134.354.939,19
	Physical Plant Cost	8.590.422,16	39.518.340.914,71
10	Engineering and Construction	1.718.084,43	7.903.668.182,94
	Direct Plant Cost	10.308.506,59	47.422.009.097,66
11	Contractor's Fee	515.425,33	2.371.100.454,88
12	Contingency	1.546.275,99	7.113.301.364,65
	Fixed Capital	12.370.207,91	56.906.410.917,19

Isfa Januar (02 521 184)

Cantrama Cardra (02 521 217)

B. General Expense

Tabel 4.22. General Expense

No	Type of Expenses	Rupiah (Rp)
1	Administration	14.726.631.246,03
2	Sales	29.453.262.492,06
3	Research	14.726.631.246,03
4	Finance	4506321405,91
General expense		63.412.846.390,03

Sehingga Total General Expense :

= Rp. 63.412.846.390,03

Total Biaya Produksi = TMC + GE

= Rp 672.245.439.128,50

4.8.5.3. Keuntungan (Profit)

Keuntungan = Total Penjualan Produk – Total Biaya Produksi

Harga Jual Produk Seluruhnya (Sa)

Total Penjualan Produk = Rp. 736.331.562.301,59

Total Biaya Produksi = Rp. 672.245.439.128,50

Pajak keuntungan sebesar 50%.

Keuntungan Sebelum Pajak = Rp. 64.086.123.173,09

Keuntungan Setelah Pajak = Rp. 32.043.061.586,54

Elfa Januar (02 521 184)

Cantrama Hartha (02 521 217)

4.8.5.4. Analisa Kelayakan

1. *Persent Return of Investment (ROI)*

$$ROI = \frac{\text{Pr ofit}}{FCI} \times 100\%$$

- ◆ ROI sebelum Pajak = 35,48 %
- ◆ ROI setelah Pajak = 17,47 %

2. *Pay Out Time (POT)*

$$POT = \frac{FCI}{\text{Keuntungan} + \text{Depresiasi}} \times 100\%$$

- POT sebelum Pajak = 2,20 tahun
- POT setelah Pajak = 3,60 tahun

3. *Break Even Point (BEP)*

Fixed Manufacturing Cost (Fa) = Rp. 23.479.103.703,36

Variabel Cost (Va) = Rp. 544.289.546.870,34

Regulated Cost (Ra) = Rp. 103.472.688.554,80

Penjualan Produk (Sa) = Rp. 736.331.562.301,59

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

BEP = 45,58 %

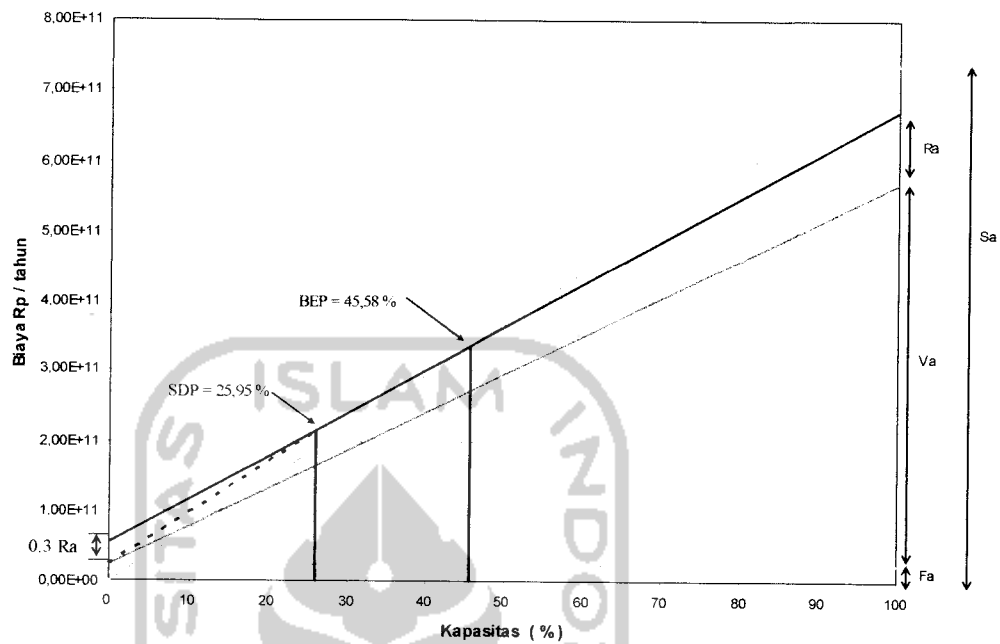
4. *Shut Down Point (SDP)*

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

$$SDP = 25,95 \%$$

5. *Discounted Cash Flow (DCF)*

Umur Pabrik	= 10 tahun
Fixed Capital (FC)	= Rp. 180.608.490.025,88
Working Capital (WC)	= Rp. 135.011.825.282,43
Cash Flow (CF)	= Rp. 113.516.756.979,16
Salvage Value (SV)	= Rp. 18.060.849.002,59
DCFR	= 35 %
Bunga Bank rata-rata saat ini	= 8 % sampai 18 % %



Gambar 4.8. Nilai BEP dan SDP

*Pra Rancangan Pabrik Methyl Ethyl Ketone
Dari Secondary Butanol
Kapasitas 20.000 Ton/Jahun*

" *Ullman's Encyclopedia of industrial Chemistry*", 1985, vol A4, VCH, Germany. (2-Butanone, p.475-481).

Ulrich, D.G., 1984, "*A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*", John Wiley & Sons.

Warnijati, S., 1988, *Perpindahan Panas*, bagian I & II, Fakultas Teknik,

Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

