

EXECUTIVE SUMMARY

| | | |
|-------------|---|---------------------|
| JUDUL TUGAS | TUGAS PERANCANGAN PABRIK ETILEN OKSIDA DENGAN PROSES CELANESE | |
| | KAPASITAS PRODUKSI | 150.000 TON / TAHUN |

I. STRATEGI PERANCANGAN

| | |
|------------------------------------|--|
| Latar Belakang | <p>Industri yang mengolah bahan mentah menjadi bahan <i>intermediate</i> maupun bahan jadi adalah salah satu jenis industri yang berkembang pesat. Salah satu bagian dalam industri ini adalah industri kimia, baik yang memproduksi bahan baku kimia hulu maupun hasil olahannya. Seiring dengan perkembangan zaman, kebutuhan akan bahan-bahan kimia semakin besar sehingga pembangunan industri kimia perlu untuk ditumbuhkembangkan.</p> <p>Salah satu bahan kimia yang banyak digunakan adalah etilen oksida. Bahan kimia yang juga dikenal sebagai epoksietan atau oxirane ini banyak digunakan dalam industri kimia dan farmasi. Secara langsung etilen oksida digunakan sebagai bahan desinfektan yang efektif dan banyak digunakan untuk keperluan rumah tangga. Bidang kedokteran biasa memanfaatkan etilen oksida untuk mensterilkan peralatan-peralatan bedah, plastik dan alat-alat lain yang tidak tahan panas serta yang tidak dapat disterilkan dengan uap. Dalam bidang industri, penggunaan etilen oksida juga cukup luas. Derivatif etilen oksida banyak digunakan sebagai bahan dasar pembuatan deterjen, kosmetik, farmasi dan sebagainya.</p> <p>Proyeksi kebutuhan etilen oksida dalam negeri semakin meningkat seiring dengan peningkatan industri-industri yang menggunakannya. Oleh karena itu, maka pendirian pabrik etilen oksida akan membawa dampak positif, hal ini disebabkan karena di Indonesia, belum ada industri kimia yang memproduksi etilen oksida. Selama ini etilen oksida diimpor dalam jumlah besar dari Singapura, Cina, Jerman, Amerika Serikat, Italia, Spanyol, Jepang dan Perancis.</p> |
| Dasar Penetapan Kapasitas Produksi | Dalam pemilihan kapasitas rancangan pabrik Etilen Oksida ada beberapa pertimbangan, yaitu: |

| | |
|--------------------------------------|--|
| | <p>1. Proyeksi Kebutuhan Etilen Oksida</p> <p>Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik, proyeksi kebutuhan etilen oksida diperkirakan akan semakin meningkat. Dengan pertumbuhan kebutuhan impor yang sedemikian pesat, maka dapat diproyeksikan kebutuhan etilen oksida di masa yang akan datang juga akan terus bertambah.</p> <p>2. Kebutuhan Produk</p> <p>Bahan baku etilen oksida adalah etilen dan oksigen. Etilen dapat diperoleh dengan kerja sama dengan PT. Chandra Asri Petrochemical Center yang memiliki kapasitas produksi etilen sebanyak 522.000 ton per tahun. Sebagai cadangan <i>supply</i> dapat dilakukan kerjasama dengan Petrochemical Corporation of Singapore, Pte. Ltd. yang memiliki kapasitas produksi etilen sebanyak 1.010.000 ton per tahun. Sedangkan bahan baku oksigen didapat dari udaravdi sekitar lingkungan pabrik. Pabrik lokal tersebut berada di kawasan industri Cilegon yang saling berdekatan, sedangkan bahan baku impor dapat diperoleh dari pelabuhan di sekitar Cilegon.</p> <p>3. Kapasitas minimum pabrik yang ada di dunia.</p> <p>Kapasitas pabrik yang didirikan harus berada diatas kapasitas minimal. Kapasitas pabrik baru yang menguntungkan adalah berkisar antara 50.000 hingga 200.000 ton per tahun. Tabel berikut menunjukkan kapasitas pabrik yang terpasang di Amerika Serikat yang paling besar yaitu Celanese sekitar 181.000 ton/tahun. Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan tersebut, maka pabrik akan didirikan pada tahun 2015 dengan kapasitas sebesar 150.000 ton per tahun yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dan mengurangi ketergantungan impor.</p> |
| <p>Dasar penetapan lokasi pabrik</p> | <p>Lokasi pabrik merupakan salah satu faktor penting dalam proses pendirian sebuah industri. Beberapa pertimbangan yang dijadikan dasar penentuan letak pabrik antara lain adalah letak pabrik dengan sumber bahan baku maupun bahan penunjang, transportasi, tenaga kerja, letak pabrik dengan pasar, kondisi sosial politik dan kemungkinan pengembangan di masa yang akan datang.</p> |

Pabrik etilen oksida direncanakan akan didirikan di Kawasan Industri Cilegon, tepatnya di Krakatau Industrial Estate Cilegon (KIEC), Jalan Raya Anyer, Cilegon, Banten. Ketersediaan bahan baku utama.

- Bahan baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan produksi suatu pabrik sehingga penyediaan bahan baku sangat diprioritaskan. Bahan baku etilen direncanakan diperoleh dari PT. Chandra Asri Petrochemical Center yang terletak di kawasan industri Cilegon, sedangkan Oksigen diperoleh dari udara di sekitar lingkungan pabrik. Dengan letak antara pabrik dengan bahan baku yang dekat, maka diharapkan penyediaan bahan baku dapat tercukupi dengan lancar. Walaupun bahan baku harus diimpor dari luar negeri, pelabuhan yang ada di Cilegon cukup dekat dengan lokasi pabrik.

- Pemasaran produk

Pabrik etilen oksida terutama ditujukan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Karena sebagian besar industri di Indonesia masih terpusat di pulau Jawa, maka pasar potensial adalah pulau Jawa. Hal ini didukung dengan adanya beberapa industri etilen glikol yang memerlukan bahan baku Etilen Oksida, seperti PT. Prima Ethycolindo dan PT. Yasa Ganesha Putra di daerah Merak, yang berjarak tidak jauh dari lokasi pabrik.

- Ketersediaan Air dan Listrik serta Utilitas Lainnya

Kebutuhan sarana penunjang seperti listrik dapat dipenuhi dengan adanya transmisi dari PLN unit Suralaya sebesar 3000 MW dan dengan cadangan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang dimiliki oleh Grup Krakatau Steel, sedangkan air dapat diperoleh dari *Water Treatment Plant* pihak pengelola KIEC, sebesar 2000 liter/detik. Selain itu dapat pula diperoleh dari sumber air tanah.

- Transportasi

Cilegon berada dalam jalur transportasi Merak-Jakarta, yang merupakan pintu gerbang pulau Jawa dari Sumatera. Kawasan Industri KIEC ini juga telah memiliki fasilitas jalan kelas satu,

| | |
|--------|--|
| | <p>dengan demikian transportasi darat dari sumber bahan baku, dan pasar tidak lagi menjadi masalah. Untuk sarana transportasi laut, KIEC memiliki pelabuhan yang dapat disandari kapal berukuran 100.000 DWT. Posisi kawasan industri yang strategis juga akan memudahkan transportasi laut, baik untuk kebutuhan pengiriman antar pulau maupun untuk ekspor.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ketersediaan tenaga kerja Pulau Jawa, khususnya provinsi Banten merupakan daerah dengan kepadatan penduduk yang cukup tinggi sehingga penyediaan tenaga kerja, baik tenaga kerja terlatih maupun kasar tidak akan menjadi masalah. Selain itu penyediaan tenaga ahli juga akan lebih mudah karena berdekatan dengan ibukota negara. ▪ Sarana Penunjang Lain KIEC sebagai kawasan industri telah memiliki fasilitas terpadu seperti perumahan, rumah sakit, sarana olah raga dan rekreasi, sarana kesehatan, dan sebagainya. Sehingga walaupun perusahaan nantinya harus membangun fasilitas-fasilitas untuk karyawannya sendiri, namun beban perusahaan untuk membangun sarana penunjang jauh lebih rendah dibanding membangun di kawasan tersendiri. Selain itu jaringan telepon, drainase dan keamanan juga telah disediakan oleh pihak pengelola KIEC. |
| Proses | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Terdapat 2 proses dalam membuat bioetanol dari jagung, <ul style="list-style-type: none"> - Proses Klorohidrin - Proses Oksidasi Langsung - Proses Celanese <p>Proses klorohidrin terdiri atas dua reaksi utama yaitu reaksi pembentukan etilen klorohidrin dan reaksi pembentukan etilen oksida dari etilen klorohidrin. Reaksi pertama berlangsung dalam reaktor <i>packed tower</i> pada tekanan 2-3 atm dan suhu 27 – 43°C dengan <i>yield</i> teoritis antara 85-90%. Proses oksidasi langsung ada 2 macam yaitu dengan oksigen teknis, reaksi dijalankan dalam reaktor <i>fixed bed multitube</i> pada tekanan 10 – 20 atm dan temperatur 220 – 280°C dengan menggunakan</p> |

| | |
|--|--|
| | <p>katalis perak. Konversi per <i>pass</i> dijaga rendah sekitar 15 % untuk mendapatkan selektivitas yang tinggi, yaitu 75 %. Sedangkan untuk proses oksidasi dengan udara, Dari segi reaksi, pada dasarnya sama dengan menggunakan oksigen teknis, yaitu dijalankan pada temperatur 220 – 280°C dan tekanan 10 – 30 atm dengan katalis perak. Konversi per <i>pass</i> bisa lebih tinggi, yaitu sekitar 65 % dengan selektivitas 75 %. Dengan digunakannya udara dengan kadar nitrogen tinggi, maka tidak memerlukan gas diluen khusus karena nitrigenerasi udara berfungsi sebagai diluen untuk mencegah eksplosivitas dan juga pendingin selama reaksi. Untuk proses celanese, bisa menggunakan oksigen teknis maupun udara. Proses ini dikembangkan dari proses oksidasi langsung. Dengan proses ini, konversi reaksi dapat ditingkatkan menjadi 80,9% dengan selektivitas 82,6 %. Oksigen, etilen dan gas <i>recycle</i> dimasukkan dalam sebuah reaktor katalitik <i>multi tube</i> untuk membentuk etilen oksida. Dari reaktor, gas yang mengandung etilen oksida dilewatkan absorber. Hasil atas dilewatkan seksi <i>CO₂ removal</i> sehingga dihasilkan CO₂ dan hasil bawah berupa etilen oksida.</p> |
|--|--|

Bahan Baku

| | |
|-------------|---|
| Jenis | Etilen, Oksigen dari Udara, Metana |
| Spesifikasi | <p>Etilen</p> <p>Rumus molekul : C₂H₄</p> <p>Berat molekul : 28,05</p> <p>Titik didih pada 1 atm (°C) : -103,9</p> <p>Titik lebur pada 1 atm (°C) : -169,1</p> <p>Suhu kritis (°C) : 9,9</p> <p>Tekanan kritis (atm) : 50,5</p> <p>Berat jenis (kg/l) : 0,5684</p> <p>Viskositas cairan (cp) : 0,715</p> <p>Panas laten penguapan (kcal/g) : 113,39</p> <p>Panas laten peleburan (kcal/g) : 28,547</p> <p>Panas pembakaran (kcal/g) : 12.123,70</p> <p>Konduktivitas thermal (Btu/Jft²F) : 0,011</p> |

Oksigen dari Udara

Sifat –sifat kimia dan fisika komponen penyusun udara, antara lain:

1. Oksigen (O₂)

Kandungan oksigen dalam udara bebas adalah 20,946% volume.

Sifat fisika:

a. Tidak berwarna dan tidak berbau

b. Berat molekul = $31,9988 \text{ gr/mol}$

c. Pada tekanan 1 atm:

Spesifik gravity gas : 1,1053

Titik didih : -182,97 °C

Panas laten : $50,879 \text{ kcal/kg}$

d. Pada kondisi kritis:

Suhu kritis : -118,6 °C

Tekanan : $49,8 \text{ kg/m}^2$

Sifat kimia oksigen:

a. Merupakan zat yang tidak dapat terbakar dengan sendirinya

b. Bersifat oksidator

c. Dapat membantu proses pembakaran

2. Nitrogen (N₂)

Kandungan nitrogen dalam udara bebas adalah 78,08% volume.

Sifat fisika:

a. Tidak berwarna dan tidak berbau.

b. Berat molekul: $28,0134 \text{ gr/mol}$

c. Pada tekanan 1 atm:

Spesifik gravity : 0,9669

Titik didih : -195,803 °C

Panas laten : $47,459 \text{ kcal/kg}$

d. Pada kondisi kritis:

Suhu kritis : -146,9 °C

Tekanan : $33,5 \text{ kg/m}^2$

| | |
|-----------|---|
| Kebutuhan | – Etilen Oksida : 454.545,36 Kg/Hari = 454,54536 Ton/Hari – Oksigen : 374.968,32 Kg/Hari = 374,96832 Ton/Hari |
| | Bahan baku etilen direncanakan diperoleh dari PT. Chandra Asri Petrochemical Center yang terletak di kawasan industri Cilegon, sedangkan Oksigen diperoleh dari udara di sekitar lingkungan pabrik. |

Produk

| | |
|------------------|--|
| Jenis | Etilen Oksida |
| Spesifikasi | Etilen Oksida yang terbentuk disimpan dalam bentuk cairan pada tangki bertekanan, dengan spesifikasi sebagai berikut : Wujud : Cair, tak berwarna Suhu : 28°C Tekanan : 1,9 atm Berat jenis : ±0,897 gr/ml Kemurnian : Min 99,7 % berat Impuritas Air : Maks 0,3 % berat |
| Laju Produksi | 289.017,6 kg/hari = 289,0176 Ton/Hari |
| Daerah Pemasaran | Pabrik etilen oksida terutama ditujukan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Karena sebagian besar industri di Indonesia masih terpusat di pulau Jawa, maka pasar potensial adalah pulau Jawa. Hal ini didukung dengan adanya beberapa industri etilen glikol yang memerlukan bahan baku Etilen Oksida, seperti PT. Prima Ethycolindo dan PT. Yasa Ganesha Putra di daerah Merak, yang berjarak tidak jauh dari lokasi pabrik. |

II. DIAGRAM ALIR PROSES DAN PENERACAAN

2.1. Gambar Flowsheet, instrumen dan kondisi operasinya.

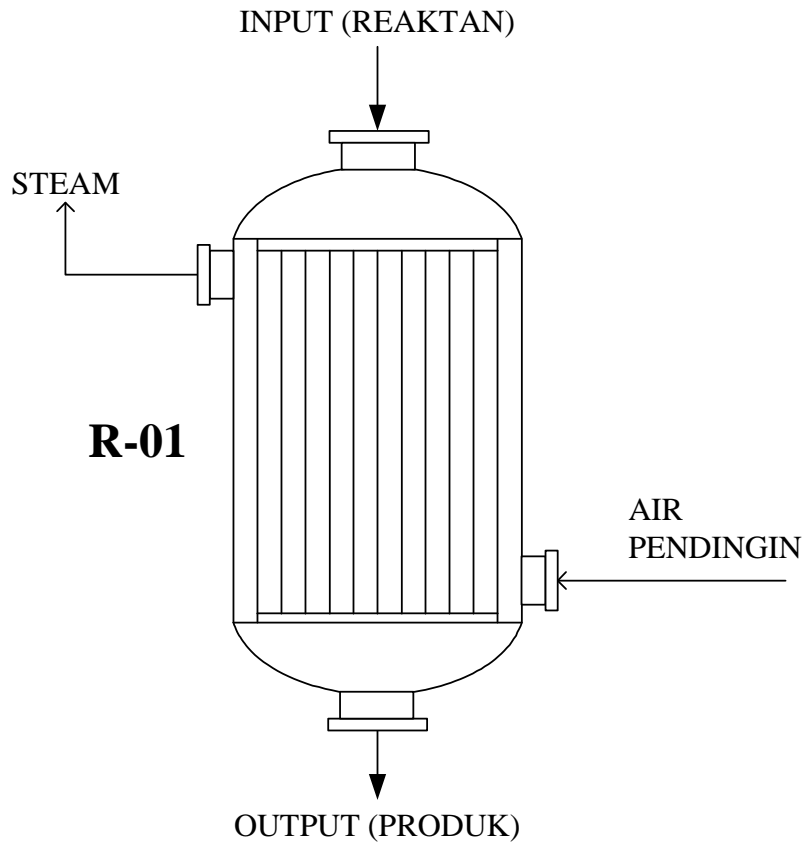
(Terlampir)

III. PERALATAN PROSES DAN UTILITAS

3.1 Spesifikasi Alat Utama

1. 1 REAKTOR

Gambar alat :



| | |
|--------|---|
| Nama | : Reaktor |
| Kode | : R-01 |
| Fungsi | : Mereaksikan Etilen dengan Oksigen menjadi Etilen Oksida |
| Jenis | : Fixed Bed Multi Tube |
| Bahan | : Low-alloy steel SA – 285 grade C |

Dimensi Reaktor

| | |
|---------------------|-----------------------|
| Tinggi Reaktor | : 4,40 m |
| Volume Reaktor | : 3,68 m ³ |
| Jumlah Tube | : 70 tube |
| Panjang Tube | : 3,85 m |
| Diameter Dalam Tube | : 0,07300 m |
| Diameter Luar Tube | : 0,08040 m |

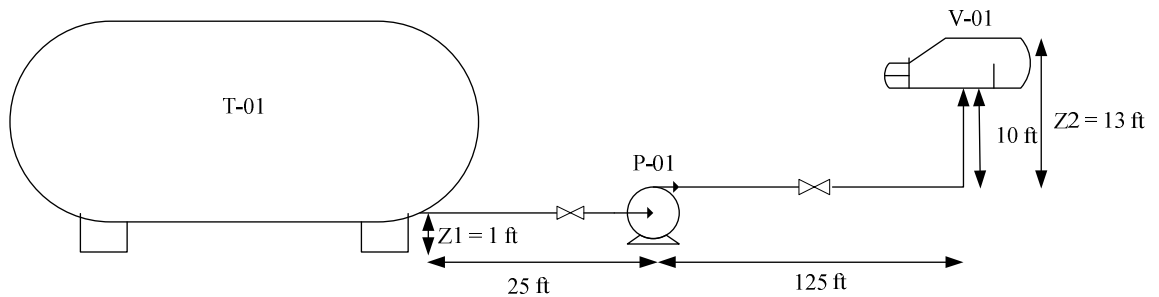
Diameter Dalam Shell : 1,103 m
 Tebal Shell : 0,0127 m
 Baffle Space : 0,827 m
 Tinggi Head : 0,2738 m
 Tebal Head : 0,0127 m
 Volume Head : 0,000101 m³

Katalis

Berat Katalis : 543,69 kg
 Volume Katalis : 0,62 m³
 Volume Bed : 1,12 m³

2. POMPA

Gambar Alat :



Nama : Pompa Etilen
 Kode : P-01
 Fungsi : Mengalirkan etilen dari tangki ke vaporizer
 Tipe : Pompa Sentrifugal
 Bahan : Low Alloy Steel SA 353
 Kapasitas : 21.624,2 lb/jam

Dimensi Pipa

Diameter : 3,5 in
 Schedule Number : 80
 Diameter Dalam : 3,364 in
 Diameter Luar : 54 in

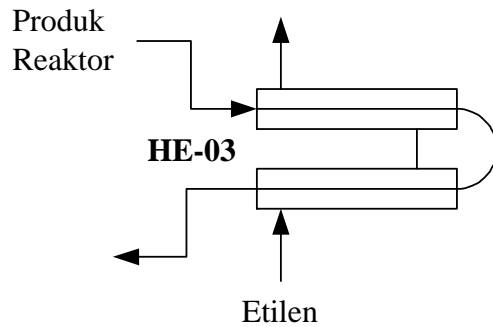
Tenaga

Pompa : 2 HP

Motor : 2 HP

3. HEAT EXCHANGER

Gambar Alat :



Nama = Feed Product Heat Exchanger

Kode = HE-03

Fungsi = Memanaskan etilen dan mendinginkan keluaran reaktor R-01

Bahan = Carbon Steel SA-285 Grade C

Jenis = Double Pipe Exchanger (Hairpin)

Dimensi

Pipe

Schedule : 40

IPS pipe : 3 in

Inside Diameter : 3,068 in

Outside Diameter : 3,5 in

Outside Surface per lin ft : 0,917 ft²/ft

Jumlah Hairpin : 10

Annulus

Schedule : 40

IPS annulus : 4 in

Inside Diameter : 4,026 in

Outside Diameter : 4,5 in

Diameter ekivalen : 1,178 in

Sistem Pemasangan : Paralel

Koefisien Perpindahan Panas

U_C : 49,84 (Btu/jam.ft².°F)

U_D : 22,38 (Btu/jam.ft².°F)

Faktor Kekotoran

R_D Minimum : 0,001 (Jam.ft².°F/Btu)

R_D Perhitungan : 0,002 (Jam.ft².°F/Btu)

Pressure Drop

Pipe

Pressure drop perancangan : 0,6 psi

Pressure drop yang diijinkan : 2,0 psi

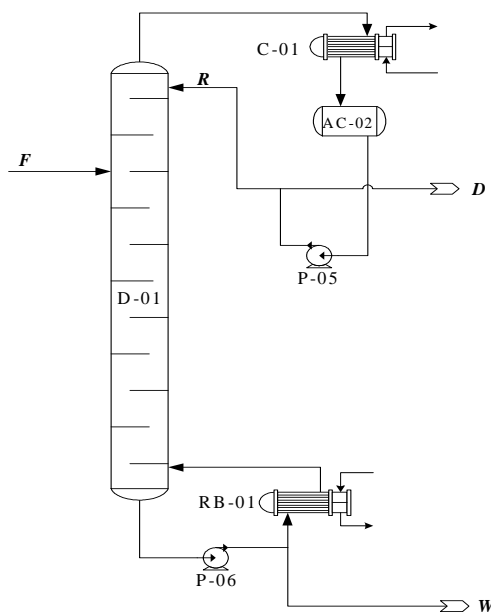
Annulus

Pressure drop perancangan : 0,45 psi

Pressure drop yang diijinkan : 2,0 psi

4. MENARA DISTILASI

Gambar Alat :



Nama : Menara Distilasi

Kode : D-01

Fungsi : Memurnikan etilen oksida yang keluar dari water absorber

Tipe Menara : Tray Tower

Tipe Tray : Sieve Tray

Bahan : Carbon steel SA-285 Grade C

❖ **Spesifikasi**

| | |
|--------------------------|------------|
| Jumlah Plate | : 37 plate |
| Diameter Seksi Atas | : 4,2 ft |
| Diameter Seksi Bawah | : 4,3 ft |
| Tebal Shell Puncak Kolom | : 0,25 in |
| Tebal Shell Dasar Kolom | : 0,25 in |
| Tebal Head Puncak Kolom | : 0,25 in |
| Tebal Head Dasar Kolom | : 0,25 in |
| Tinggi Head Puncak Kolom | : 0,28 m |
| Tinggi Head Dasar Kolom | : 0,27 m |
| Tinggi Menara | : 23 m |

3.2. Utilitas

| AIR | |
|---|---------------------------------|
| Air untuk keperluan umum (<i>service water</i>) | 4382,9 m ³ /hari |
| Air pendingin (<i>cooling water</i>) | 40.554.3 m ³ /hari |
| Air untuk proses (<i>process water</i>) | 334,0 m ³ /hari. |
| Air umpan ketel (<i>boiler feed water</i>) | 59.041 m ³ /hari |
| Total kebutuhan Air | 295.879,75 m ³ /hari |
| Didapat dari sumber | Air sungai |
| STEAM | |
| Kebutuhan steam | 119.634,5 lb/jam |
| Jenis boiler | Boiler Feed Water |
| LISTRIK | |
| Kebutuhan listrik | 2382,2 kW |
| Dipenuhi dari | Pembangkit sendiri : 4.268,6 kW |
| | PLN : 90,967 Kw |
| BAHAN BAKAR | |
| Jenis | fuel oil grade 4 |
| Kebutuhan | 2561,8 ft ³ /jam |
| Sumber dari | PT. Pertamina |

IV. PERHITUNGAN EKONOMI

| | |
|----------------------------|--|
| Physical Plant Cost (PPC) | US \$ 14.295.381,1 |
| Fixed Capital | US \$ 23.158.517,3 |
| Working Capital | US \$ 23.158.517,3 |
| Total Capital Investment | US \$ 39.186.645 |
| ANALISIS KELAYAKAN | |
| Return on Investment (ROI) | Before tax : 37.2% after tax : 29,7 % |
| Pay Out Time (POT) | Before tax : 2.2 Tahun after tax : 2.7 Tahun |
| Break Event Point (BEP) | 52,6 % |
| Shut Down Point (SDP) | 38,6 % |
| Discounted Cash Flow (DCF) | 40,2 % |