

PRA RANCANGAN PABRIK AKRILONITRIL DARI PROPILLEN, AMONIA DAN UDARA DENGAN KAPASITAS 16.000 TON/TAHUN

Cahyo Jadmiko¹, sukirman², dan lucky wahyu nuzulia³

¹Universitam Islam Indonesia

²Dosen Prodi Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia

³Dosen Prodi Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia

E-mYail: c.jadmiko@yahoo.com

ABSTRAK

Akrilonitril merupakan salah satu bahan kimia dalam industri sebagai bahan tambahan dalam industri resins, termoplastik, bahan tambahan dalam sintesa organik, akrilamida, dan ABS resins. Pada saat ini kebutuhan akrilonitril di Indonesia masih import dari luar negeri, oleh sebab itu pendirian pabrik akrilonitril di Indonesia sangatlah penting untuk mengurangi import akrilonitril dari luar negeri. Bahan baku pembuatan akrilonitril adalah propilen, amonia, dan udara yang akan direaksikan dalam reaktor *fixed bed* yang beroperasi pada suhu 400 °C dan tekanan 1,32 atm dengan katalis *Aluminium oxide*. Bentuk perusahaan yang dipilih adalah Perseroan Terbatas dengan pimpinan tertinggi dipegang oleh direktur dan dibantu oleh para *manager* dengan jumlah karyawan sebanyak 132 orang. Berdasarkan hasil analisis ekonomi terhadap perancangan pabrik *Acrylonitrile* diperoleh besarnya *Percent Return of Investment* (ROI) sebelum dan sesudah pajak sebesar 23% dan 11%. *Pay Out Time* (POT) sebelum dan sesudah pajak sebesar 3,61 tahun dan 6,73 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 44,63% dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 25,81% serta *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) sebesar 16,23%. Berdasarkan perhitungan ekonomi, maka dapat disimpulkan bahwa Pabrik *Acrylonitrile* cukup layak untuk didirikan.

Kata - kata Kunci : Akrilonitril, Propilen, Pra rancangan pabrik, Analisis Ekonomi

Acrylonitrile is one of the chemicals in the industry as an additive in the resin, thermoplastic, additive industries in organic synthesis, acrylamide, and ABS resins. At this time the need of acrylonitrile in Indonesia is still imported from abroad, therefore the establishment of acrylonitrile factories in Indonesia is very important to reduce the import of acrylonitrile from abroad. The raw material for the preparation of acrylonitrile is propylene, ammonia, and air which will be reacted in a fixed bed reactor at a temperature of 400 ° C and a pressure of 1.32 atm with Aluminum oxide catalyst. The form of company selected is Limited Company with the highest leadership is held by the director and assisted by the manager with the number of employees as many as 132 people. Based on the results of economic analysis on the design of Acrylonitrile factory obtained Percent Return of Investment (ROI) before and after tax of 23% and 11%. Pay Out Time (POT) before and after taxes of 3.61 years and 6.73 years. Break Even Point (BEP) of 44.63% and Shut Down Point (SDP) of 25.81% and Discounted Cash Flow Rate (DCFR) of 16.23%. Based on economic calculations, it could be concluded that Acrylonitrile Factory was quite feasible to be established.

Keywords : *Acrylonitrile, Propylene, Pre Design Factory, Economic Analysis*

A. PENDAHULUAN

Jumlah penduduk Indonesia sebagai salah satu negara berkembang di dunia terus mengalami pertumbuhan dari tahun ke tahun. Sama halnya seperti Malaysia pertumbuhan penduduk yang terus meningkat setiap tahunnya akan memicu permasalahan sosial terutama dibidang energi dan ekonomi yang merupakan faktor penting dalam menunjang program pembangunan nasional. Untuk melepaskan diri dari keterpurukan ekonomi dan energi ini maka bangsa Indonesia harus mampu bangkit kembali mengejar ketinggalannya dengan memanfaatkan kekuatan dan potensi yang ada di Indonesia baik berupa kekayaan sumber daya alam maupun sumber daya manusia. Salah satu wujud pembangunan tersebut adalah pembangunan industri kimia di Indonesia.

Pembangunan industri kimia di Indonesia di harapkan dapat memaksimalkan pemanfaatan sumber daya alam yang ada di Indonesia dan mengurangi ketergantungan impor bahan kimia dari negara lain baik dari negara tetangga maupun negara yang jangkauannya jauh dari Indonesia. Sasaran lain yang ingin di capai adalah dengan cara memperluas lapangan kerja, meningkatkan produksi dalam negeri yang diharapkan mampu menyeimbangkan struktur ekonomi Indonesia. Pengembangan industri yang memiliki prospek yang cerah di masa mendatang adalah pembangunan pabrik industri kimia maupun energi bahan bakar. Salah satunya adalah pembangunan pabrik akrilonitril, karena produk pabrik tersebut dapat di aplikasikan dalam industri kimia maupun energi bahan bakar.

Salah satu industri kimia yang terdapat adalah industri akrilonitril, kebutuhan akan akrilonitril tersebut cukup banyak di Indonesia, akan tetapi kebanyakan masih diperoleh dengan mengimpor dari berbagai negara seperti Jepang, Korea Selatan, Singapura, dan Amerika Serikat. Oleh karena itu pendirian pabrik akrilonitril ini mempunyai prospek yang cukup baik untuk di kembangkan di Indonesia. Selain untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, industri ini juga di persiapkan untuk ekspor dalam rangka memenuhi kebutuhan akrilonitril di dunia.

Faktor yang melatar belakangi berdirinya pabrik Akrilonitril ini pada dasarnya adalah sama dengan sektor-sektor lain yaitu untuk melakukan suatu usaha yang secara sosial ekonomi akan menguntungkan. Karena bahan baku yang akan datang mudah diperoleh yaitu amoniak, propilen, dan udara yang cukup memadai di Indonesia, teknologi dan tenaga pelaksana yang dibutuhkan dapat terpenuhi sehingga keuntungan dapat dicapai dengan adanya pendirian pabrik akrilonitril ini.

Nama Bahan	Harga (Rp) / Kg
Propilen	6.000
Amoniak	7.000
Nama Produk	Harga (Rp) / Kg
Akrilonitril	60.000

(www.bps.go.id, 2015)

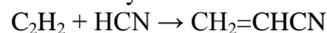
Tabel 1.1 Harga Produk dan Bahan Baku Pembuat Akrilonitril

Selain dapat dampak positif dari akrilonitril, akrilonitril juga memiliki kerugian yaitu efek dari akrilonitril yang sifatnya mudah terbakar dan beracun. Selain mudah terbakar dan beracun, akrilonitril juga dapat meningkatkan kanker dalam dosis tinggi dimana hal ini sudah di uji pada tikus jantan maupun betina. (Dubois dkk., 2011).

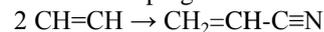
Macam-macam Proses Berdasarkan Bahan Baku

1. Bahan Baku acetylene dan Hidrogecyanide

Proses ini cukup luas digunakan pada permulaan penemuannya sampai sekitar tahun 1960, proses ini merupakan proses yang melibatkan reaksi antara *acetylene* dan *hydrogen cyanide*. Reaksi ini dengan penambahan langsung asam sianida ke dalam reaktor yang telah ditambahkan asetilen dengan katalis CuCl. Suhu reaksi 70-100 °C (Luscher *et al*, 1955), dan tekanan sistem 2-5 atm. Perbandingan asetilen dengan asam sianida adalah 6:1. Berikut persamaan reaksinya :



Reaksi samping :



Pada reaksi di atas menghasilkan yield akrilonitril sebanyak 75-80% terhadap asetilen yang di pakai dan 85-90 % umpan hidrogen sianida (Keller *et al*, 1951).



Konversi yang di dapat dalam pembentukan akrilonitril terhadap asam sianida atau HCN adalah 85,2 % dan konversi pembentukan monovinilasetilen atau $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{N}$ yang merupakan hasil reaksi dari penguraian asetilen terhadap asam sianida adalah 1,6 %.

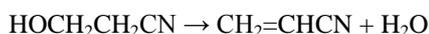
Proses ini memberikan jumlah hasil yang cukup baik, terlihat dari yield yang dihasilkan namun dalam perkembangannya ternyata teknologi ini mulai ditinggalkan karena selain harga bahan baku yang cukup mahal apabila dibandingkan dengan produk, juga proses pengaktifan katalis relatif harus cepat karena mudah kehilangan aktivitasnya.

Kelebihan dari proses ini adalah yield yang dihasilkan cukup tinggi, sedangkan kelemahan dari proses ini adalah proses pengaktifan katalis harus cepat, karena katalis mudah kehilangan aktifitasnya.

Yield yang didapatkan dari proses ini tinggi tapi raw materialnya mahal dan banyak impuritas yang tidak diinginkan pada produk akhir. Terakhir pabrik di dirikan dengan proses ini pada tahun 1970. (Fischer, 1946)

2. Bahan Baku Ethylene Cyanohydrin

Proses produksi akrilonitril menggunakan bahan baku Ethylene Cyanohydrin. Produksi akrilonitril secara komersial awalnya bahan baku Ethylene Cyanohydrin ini tercatat dua perusahaan yang menggunakan proses ini antara lain American Cyanamid dan Union Carbide, namun seiring di temukannya teknologi yang lebih canggih dan menguntungkan teknologi ini mulai di tinggalkan. Proses ini berlangsung pada suhu 200 °C dan tekanan pada 1,1 atm dengan fase operasi adalah cair. Berikut persamaan reaksinya :

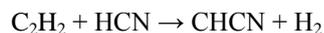


Pada proses ini, reaksi di jalankan dalam fase cair atau gas pada tekanan atmosferik dengan bantuan katalis alumina. Produk keluaran reaktor di kondensasi dan kemudian di alirkan ke dekanter dimana campuran cairan yang terdiri dari *ethylene cyanohydrine*, *acrylonitrile*, dan air terpisah menjadi dua *layer*. Masing-masing *layer* tersebut akan di murnikan di menara distilasi. Hasil atas menara distilasi berupa *acrylonitrile* dengan kemurnian 99 %. Sedangkan hasil bawahnya di masukkan de

dalam *vaporizer* untuk di dapatkan *ethylene cyanohydrine* dengan kemurnia 97 % akan di *recycle* untuk di proses kembali. (US. Patent 2413773)

3. Bahan Baku acetaldehid-asam sianida

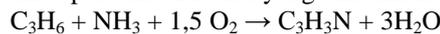
Proses produksi akrilonitril pada skala laboratorium dapat di buat dari beberapa reaktan antara lain dari asetaldehid dan asam sianida memiliki nilai konversi 25-35% pada suhu operasi 260 – 290 °C dan pada tekanan 1,25 atm dengan menggunakan katalis phosphorus pentoxide. Kemudian proses yang bernilai komersial di dasarkan kepada bahan baku apa yang di gunakan dan perbandingannya dengan jumlah yang akan di hasilkan. Berikut persamaan reaksi yang dihasilkan :



Proses ini belum di gunakan secara komersial, karena kalah bersaing dengan proses yang memakai propilen dan amoniak. (Faith & Keyes, 1975)

4. Bahan Baku propilen dengan amonia dan oksigen

Akrilonitril juga dapat di produksi dari propilen, amoniak, dan oksigen melalui proses amoksidasi dengan menggunakan katalis berupa *Aluminum Oxide* dengan konversi 80% pada suhu operasi pada reaktor 400 °C dan tekanan 1,32 atm. Berikut persamaan reaksi yang dihasilkan :



Prosesnya propilen yang perlu di reaksikan dengan molekul lain seperti amoniak dan udara. Hasil samping dari produk akrilonitril adalah air. (Kirk & Othmer, 1983)

Sifat dan kegunaan bahan

1. Propilen

Propilen adalah nama lain dari propena yang merupakan senyawa organik tidak jenuh dengan rumus molekul C_3H_6 . Propilen juga merupakan golongan alkena dalam senyawa hidrokarbon. Kegunaan propilen : Untuk bahan baku pembuatan plastik, selain itu juga untuk pembuatan serat, untuk monomer dan polimer yaitu polimer untuk membuat serat sintesis.



2. Amonia

Amonia adalah senyawa kimia dengan rumus molekul NH_3 . Senyawa ini di dapat berupa gas dengan bau tajam. Walaupun amonia memiliki sumbangan penting bagi keberadaan nutrisi di bumi. Kegunaan amonia: Sebagai obat-obatan, bahan campuran pupuk urea $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, sebagai bahan bakar roket, sebagai pembuat NH_4Cl , sebagai zat untuk membuat hidrazin (N_2H_4), sebagai bahan dasar pembuat bahan peledak.

3. Akrilonitril

Akrilonitril adalah sebuah senyawa organik dengan rumus kimia $\text{C}_3\text{H}_3\text{N}$. Senyawa ini adalah cairan tidak berwarna yang mudah menguap, meskipun sampel komersial dapat menjadi kuning karena kotoran. Senyawa ini adalah monomer penting untuk membuat plastik seperti poliakrilonitril. Senyawa ini reaktif dan beracun pada dosis rendah. Kegunaan akrilonitril : Sebagai bahan tambahan dalam industri resin, termoplastik, dan elastomer. Selain itu juga dapat digunakan untuk sintesa organik, akrilamida, ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*), dan SAN (*Styrene Acrylonitrile*). ABS mengandung 25 % *acrylonitrile* dan SAN mengandung 30 % *acrylonitrile*. ABS dan SAN biasa digunakan untuk bahan konstruksi otomotif, mesin, dan alat-alat rumah tangga.

Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas (*Quality Control*) pada pabrik akrilonitril ini meliputi pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian kualitas produk dan pengendalian kontrol proses.

1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas dari bahan baku dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kualitas bahan baku yang digunakan, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses. Oleh karena itu sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku yang berupa propilen, amoniak, dan

udara. Uji yang dilakukan antara lain adalah uji densitas, viskositas, volatilitas, kadar komposisi komponen, kemurnian bahan baku.

2. Pengendalian Kualitas Produk

Untuk memperoleh mutu produk standar maka diperlukan bahan yang berkualitas, pengawasan serta pengendalian terhadap proses yang ada dengan cara system control sehingga didapatkan produk yang berkualitas dan dapat dipasarkan. Untuk mengetahui produk yang dihasilkan sesuai standar yang ada dilakukan uji densitas, viskositas, kemurnian produk, dan komposisi komponen produk.

3. Pengendalian Proses

Pada beberapa pabrik pengendalian kontrol proses akan lebih banyak menentukan kualitas produk akhir. Artinya di dalam pabrik meskipun bahan baku yang di gunakan untuk keperluan proses produksi bukan bahan baku dengan kualitas prima, namun apabila proses produksi di selenggarakan dengan sebaik baiknya maka dapat di peroleh produk dengan kualitas yang baik pula. Pengendalian kualitas produk yang di hasilkan lebih baik bila di laksanakan dengan menggunakan pendekatan proses produksi yang di sesuaikan dengan pelaksanaan proses produksi di dalam sebuah pabrik. Pada umumnya pelaksanaan pengendalian kontrol proses produksi di dalam sebuah pabrik di pisahkan menjadi 3 tahap:

- Tahap Persiapan.
- Tahap Pengendalian Proses.
- Tahap Pemeriksaan Akhir.

B. METODE

URAIAN PROSES

Pada pembuatan *acrylonitrile* bahan baku yang digunakan adalah *propylene* dan *ammonia* dengan kemurnian 99% serta menggunakan udara. *Propylene* gas sebagai bahan baku disimpan dalam tangki penyimpanan (TP-01) dengan tekanan 12,56 atm dan suhu 30°C . Sedangkan *ammonia* gas sebagai bahan baku disimpan dalam tangki penyimpanan (TP-02) dengan tekanan 11,17



atm dan suhu 30⁰C. Rasio massa propilen dan amonia yang digunakan sebesar 2,85:1.

Propylene dan gas *ammonia* kemudian di masukkan ke dalam *furnance* (FU) bersamaan dengan *recycle* dari *stripper* (ST-01), serta mengalirkan udara menggunakan *blower* (BL-01) sebagai bahan baku lain untuk selanjutnya di naikan suhunya hingga mencapai 400⁰C. Pada suhu 400⁰C dan tekanan 1,32 atm campuran gas di umpankan ke dalam reaktor (R-01) *fixed bed* yang berisi katalis *aluminium oxide*. Di dalam reaktor (R-01) terjadi proses amoksidasi *propylene*, *ammonia* dan udara yang bertujuan menghasilkan *acrylonitrile* dan air. Reaksi yang terjadi bersifat eksotermis, sehingga untuk mempertahankan suhu operasi, reaktor di lengkapi dengan pendingin (*downterm*). Katalis berada di dalam *tube* dan pendingin berada di dalam *shell*. Campuran gas keluar reaktor pada suhu 400⁰C dan tekanan 1,32 atm.

Campuran gas keluar rektor berupa *propylene*, *ammonia*, oksigen, nitrogen, *acrylonitrile* dan air di lewatkan menggunakan *blower* (BL-03). Setelah itu campuran gas di kondensasikan dalam *condensor* (CD-01) hingga campuran keluar *condensor* (CD-01) berupa fase uap dan fase cair pada suhu 70⁰C tekanan 1 atm. Kemudian di alirkan menuju *separator* (SP-01) untuk memisahkan fase cair dan fase uap antara *propylene*, *ammonia*, *acrylonitrile*, oksigen, nitrogen dan air. Hasil atas *separator* (SP-01) diumpankan menuju *cooler* (CL-01) untuk di dinginkan sampai suhu 50⁰C. Kemudian di umpankan ke dalam *absorber* (SP-02) untuk di murnikan dan untuk membuang gas oksigen dan nitrogen sisa hasil reaksi. Hasil bawah pada *absorber* (SP-02) selanjutnya di alirkan menggunakan pompa (P-09) menuju ke *stripper* (ST-01). Pada *stripper* (ST-01) hasil atas di *recycle* untuk selanjutnya di gunakan lagi sebagai bahan baku pada reaktor sedangkan hasil bawah pada *stripper* (ST-

01) di *purging* menuju ke unit pengolahan limbah (UPL).

Hasil bawah *separator* (SP-01) berupa *acrylonitrile* dan air di alirkan menggunakan pompa (P-06) menuju menara distilasi (MD-01) untuk di pisahkan. Hasil atas menara distilasi (MD-01) adalah *acrylonitrile* dengan kemurnian 99% yang berupa uap. Uap ini selanjutnya di kondensasikan pada *condensor* (CD-02), kemudian hasil dari kondensasi di tampung sementara di dalam akumulator (AC-01). Keluaran akumulator sebagian di kembalikan ke dalam menara distilasi (MD-01) sebagai refluk dan sebagian lagi di alirkan menggunakan pompa (P-08) menuju ke *cooler* (CL-03) untuk di dinginkan. Selanjutnya produk di simpan dalam tangki penyimpanan (TP-03) pada suhu 30⁰C dan tekanan 1 atm. Sementara hasil keluaran bawah menara distilasi (MD-01) berupa sedikit *acrylonitrile* dan air di alirkan menuju *cooler* (CL-04) untuk di dinginkan terlebih dahulu sebelum di kirim ke unit pengolahan limbah (UPL).

EVALUASI EKONOMI

Dalam pra prancangan pabrik ini diperlukan analisa ekonomi untuk mendapatkan perkiraan (*estimation*) tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi pabrik, dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lama modal investasi dapat dikembalikan dan 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 tidak untuk didirikan. Dalam evaluasi ekonomi ini faktor-faktor yang ditinjau adalah :

1. Return On Investement
2. Pay Out Time
3. Discounted Cash Flow
4. Break Event Point
5. Shut Down Point

Sebelum dilakukan analisa terhadap kelima faktor tersebut, maka perlu di lakukan

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)
 - 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)

Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan akan berubah setiap saat tergantung pada kondisi ekonomi yang mempengaruhinya. Untuk mengetahui harga peralatan yang pasti setiap tahun sangatlah sulit, sehingga di perlukan suatu metode atau cara untuk memperkirakan harga alat pada tahun tertentu dan perlu di ketahui terlebih dahulu harga indeks peralatan operasi pada tahun tersebut.

Pabrik akrilonitril beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 330 hari, dan tahun evaluasi pada tahun 2022. Di dalam analisa ekonomi harga-harga alat maupun harga-harga lain di perhitungkan pada analisa. Untuk mencari harga pada analisa, maka di cari indeks pada tahun analisa.

Harga indeks tahun 2022 di perkirakan secara garis besar dengan data indeks dari tahun 1995 sampai 2022, dicari dengan persamaan regresi linier.

Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi Akrilonitril	: 16.000
ton/tahun	
Satu tahun operasi	: 330
hari	
Umur pabrik	: 10
tahun	
Pabrik didirikan pada tahun	: 2022
Kurs mata uang : 1 US\$ = Rp 13.000,-	

Harga bahan baku terdiri dari

1. Propilen= Rp 6.000/kg
2. Amoniak= Rp 7.000/kg

Harga jual produk= Rp 60.000/kg

Perhitungan Biaya

1. Capital Investment

Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran – pengeluaran yang di perlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya.

Capital investement terdiri dari :

a. Fixed Capital Investment

Fixed Capital Investment adalah biaya yang di perlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik.

b. Working Capital Investment

Working Capital Investment adalah biaya yang di perlukan untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

2. Manufacturing Cost

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

Menurut Aries & Newton , 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.

3. General Expense

General Expense adalah ata pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan yang tidak termasuk Manufacturing Cost.

Analisis Kelayakan

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang di peroleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat di kategorikan apabila pabrik tersebut potensial atau tidak, maka di lakukan suatu analisa atau evaluasi kelayakan. Beberapa cara yang di gunakan untuk menyatakan kelayakan antara lain :

1. Percent Return On Investment

Percent Return On Investment adalah tingkat keuntungan yang dapat di hasilkan dari tingkat yang di keluarkan.

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

2. Pay Out Time (POT)

Pay Out Time (POT) adalah :

Jumlah tahun yang telah berselang, sebelum di dapatkan suatu penerima yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang di perlukan untuk kembalinya Capital Investment dengan profit sebelum di kurangi depresiasi.

Waktu minimum teoritis yang di butuhkan untuk pengembalian modal tetap yang di tanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun di tambah dengan penyusutan

Waktu pengembalian modal yang di hasilkan berdasarkan keuntungan yang di peroleh. Perhitungan ini di perlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah di lakukan akan kembali.

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

3. Break Event Point (BEP)

Break Event Point (BEP) adalah :

Titik impas produksi (suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian).

Titik yang menunjukkan pada tingkat berapa biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan BEP kita dapat menentukan harga jual dan jumlah unit yang di jual secara minimum dan berapa harga serta unit penjualan yang harus di capai agar mendapat keuntungan.

Kapasitas produksi pada saat sales sama dengan total cost. Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah BEP dan akan untung jika beroperasi di atas BEP.

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

4. Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point (SDP) adalah :

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

Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang di harapkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.

Level produksi di mana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar Fixed Cost.

Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan atau failed sehingga pabrik harus berhenti pengoperasiannya.

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

5. Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)

Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR) adalah :

Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFR dibuat dengan menggunakan nilai uang yang berubah terhadap waktu dan dirasakan atau investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik saat beroperasi.

Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada pihak bank selama umur pabrik masih beroperasi.



Merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik saat beroperasi.

Persamaan untuk menentukan DCFR :

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

Hasil Perhitungan

Perhitungan rencana pendirian pabrik Akrilonitril memerlukan rencana PPC, PC, MC, serta General Expense. Hasil rancangan masing-masing di sajikan pada dtabel berikut :

Tabel 4.20 Tabel Physical Plant Cost (PPC)

No	Jenis	Biaya (\$)
1	Purchased Equipment Cost	3.306.613,43
2	Delivered Equipment Cost	826.653,36
3	Instalasi Cost	493.957,18
4	Pemipaan	1.7708.18,67
5	Intrumentasi	818.005,29
6	Insulasi	119.546,79
7	Listrik	344.173,34
8	Bangunan	872.307,69
9	Land & Yard Improvement	222.923,08
	Total	87.74.998,83
		Rp 114.074.984.732,81

Tabel 4.21 Direct Plant Cost (DPC)

No	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Construction Cost (25%.PEC)	10.968.748,53	142.593.730.916,013
	Total (DPC+PPCP)	19.743.747,36	256.668.715.648,82

Tabel 4.22 Fixed Capital Investement (FCI)

No	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Direct Plant Cost (DPC)	10.968.748,53	142.593.730.916
2	Contractors fee (10%.DPC)	438.749,94	5.703.749.237
3	Contigency (10%.DPC)	1.096.874,85	14.259.373.092
TOTAL		12.504.373,33	162.556.853.244

Analisa Keuntungan

Harga jual produk akrilonitril : Rp60.000/kg
 Annual Sales (Sa) : R894.400.000.000/tahun
 Harga beli propilen: Rp 6.000/kg
 Harga beli amonia: Rp 7.000/kg
 Total Cost : Rp 727.012.280.216,71

Keuntungan sebelum pajak: Rp 167.387.719.783,29
 Keuntungan setelah pajak (50%): Rp 83.693.859.891,64



KESIMPULAN

Pra rancangan pabrik akrilonitril dari amonia, propilen, dan udara dengan kapasitas 16.000 ton/tahun ini. Dapat dihitung evaluasi ekonominya, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan pertimbangan kondisi operasi tertinggi pada suhu 400 °C dan tekanan pada reaktor adalah 1,32 atm, sifat bahan baku dan produk yang beracun maka pabrik akrilonitril ini dapat dikategorikan sebagai pabrik yang beresiko tinggi.
2. Berdasarkan hasil analisis ekonomi adalah sebagai berikut :
 - a. Keuntungan dapat diperoleh sebelum pajak adalah Rp 167.387.719.783, sedangkan keuntungan setelah pajak adalah Rp 83.693.859.892.
 - b. *Return On Investment* (ROI) sebelum pajak adalah 23%, sedangkan *Return On Investment* (ROI) setelah pajak adalah 11%.
 - c. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak adalah 3 tahun 7 bulan, sedangkan *Pay Out Time* (POT) setelah pajak adalah 6 tahun 9 bulan.
 - d. *Break Event Point* (BEP) adalah 44,60% dan *SDP* (*Shut Down Point*) adalah 25,78%. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya berkisar antara 40%-60%.
 - e. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) diperoleh dari trial & error adalah 16,23%.
 - f. Dari data hasil perhitungan analisis ekonomi diatas dapat disimpulkan bahwa pabrik akrilonitril dari propilen, amonia, dan udara layak untuk didirikan

SARAN

Perancangan suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman konsep - konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pendirian suatu pabrik kimia diantaranya sebagai berikut :

1. Produk Akrilonitril dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan di masa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.

Daftar Pustaka

- Aries R.S. & Newton, R.D., 1955, *Chemical Engineering Cost Estimation*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Brown, G.G., 1958, *Unit Operations*, John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Kern, D.Q., 1950, *Process Heat Transfer*, McGraw-Hill Book Company, Tokyo.
- Peters, M. S., and Timmerhaus, K. D., 1991, *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, 4th ed, McGraw-Hill Book Company, Singapore.
- Perry's, R.H., and Green, D., 1999, "*Perry's Chemical Engineer's Hand Book* ", 7th Edition, Mc. Graw Hill Book Company Inc., New York.
- Levenspiel, O., 1976, "*Chemical Reaction Engineering* ", 2nd Edition, John Wiley and Sons Inc., New York.
- Faith Keyes and Clark, 1975, "*Industrial Chemical*", 4th Edition, John Wiley and Sons Inc., New York.
- Brownell, L.E., and Young, E.H, 1979, "*Process Engineering Design*", 3rd Edition, Willey Eastern Ltd, New Delhi.
- Luscher *et al*, 1955, "Process using raw materials acetylene and Hydrogecyanide", Swiss.
- Kirk, R.E. and Othmer, D.F., 1949, *Encyclopedia of Chemical Technology*, Vol.5,4th ed., John Wiley and Sons Inc., New York.
- Sunardi, N. (2020). Penilaian Kinerja Keuangan menggunakan Economic Value Added (EVA) dan Market Value Added (MVA) dengan Time Series Approach pada Industri Semen di Indonesia. *JIMF (Jurnal Ilmiah Manajemen Forkamma)*, 3(2).
- Mc Cabe, Smith, J.C., and Harriot, 1985, *Unit Operation of Chemical Engineering*, 4th ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York
- Ullmann's., 1984, *Encyclopedia of Industrial Chemistry*, 4rd ed., Wiley-VCH., Berlin.
- Patnaik, P. 2002. *Handbook of Inorganic Chemicals*. MC Graw-Hill.