

NASKAH PUBLIKASI
LAPORAN TUGAS PRARANCANGAN PABRIK
PRARANCANGAN PABRIK ASAM AKRILAT
DENGAN PROSES OKSIDASI *PROPYLENE*
KAPASITAS 33.000 TON/TAHUN



Oleh :

Siti Rodliyatun Nihayati

D 500 090 005

Dosen Pembimbing :

Dr. Ahmad M. Fuadi

Tri Widayatno, S.T., M.Sc., Ph.D

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
SURAKARTA
2014

Lembar Pengesahan

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

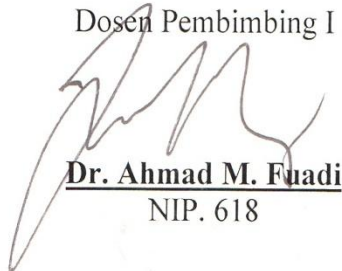
JURUSAN TEKNIK KIMIA

Nama : Siti Rodliyatun Nihayati
NIM : D 500 090 005
Judul TPP : Prarancangan Pabrik Asam Akrilat dengan Proses Oksidasi
Propylene dengan Kapasitas 33.000 Ton / Tahun
Pembimbing : 1. Dr. Ahmad M. Fuadi
2. Tri Widayatno, S.T., M.Sc., Ph.D

Surakarta, Desember 2014

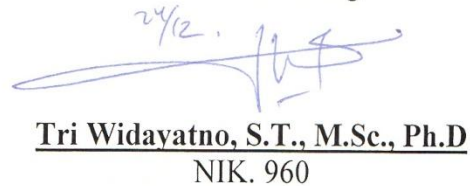
Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



Dr. Ahmad M. Fuadi
NIP. 618

Dosen Pembimbing II



Tri Widayatno, S.T., M.Sc., Ph.D
NIK. 960

Mengetahui,

Dekan



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.
NIK.682

Ketua Jurusan



Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIK. 892

ABSTRAK

Perkembangan industri di Indonesia semakin meningkat, terutama industri kimia. Sebagai usaha pembangunan ekonomi jangka panjang demi membentuk infrastruktur ekonomi yang lebih kokoh dan seimbang. Sejalan dengan itu meningkat pula kebutuhan berbagai bahan baku dan bahan penunjang proses-proses dalam industri tersebut, salah satu diantaranya Asam akrilat. Asam akrilat merupakan bahan dasar pembuat polimer.

Asam Akrilat dengan proses oksidasi *Propylene* dengan kapasitas 33.000 ton per tahun direncanakan beroperasi selama 330 hari per tahun. Proses pembuatan Asam Akrilat dilakukan dalam reaktor *Fixed bed multitube*. Pada reaktor ini reaksi berlangsung pada fase gas, *irreversible*, eksotermis, *non adiabatic*, *non isothermal* pada suhu masuk 303°C dan suhu keluar 313°C dengan tekanan 3,3 atm. Pabrik ini digolongkan pabrik beresiko rendah karena kondisi operasinya yaitu pada tekanan 3,3 atm dan suhu 303°C.

Produk berupa Asam Akrilat sebanyak 4.166,6667 kg per jam. Kebutuhan *Propylene* sebanyak 2.608,5796 kg per jam. Utilitas pendukung proses meliputi penyediaan air sebesar 37.814,0741 kg per jam yang diperoleh dari air sungai, kebutuhan udara tekan sebesar 15 m³ per jam, kebutuhan listrik sebesar 742,2698 kW diperoleh dari PLN dan sebuah *generator set* sebesar 1600 kW sebagai cadangan, bahan bakar sebanyak 212,57 kg per jam. Pabrik ini didirikan di kawasan industri Gresik Jawa Timur dengan luas tanah 11.985 m² dan jumlah karyawan 168 orang.

Pabrik Asam Akrilat ini menggunakan modal tetap sebesar Rp 240.095.369.111,56 dan modal kerja sebesar Rp 45.500.197.341,43. Dari analisis ekonomi terhadap pabrik ini menunjukkan keuntungan sebelum pajak Rp 103.893.517.748,09 per tahun setelah dipotong pajak 46,63% keuntungan mencapai Rp 72.725.462.423,66 per tahun. *Percent Return On Investment (ROI)* sebelum pajak 43,27% dan setelah pajak 30,29%. *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak selama 1,88 tahun dan setelah pajak 2,48 tahun. *Break Even Point (BEP)* sebesar 42,59%, dan *Shut Down Point (SDP)* sebesar 26,42%. *Discounted Cash Flow (DCF)* terhitung sebesar 37,5%. Dari data analisis kelayakan ekonomi di atas disimpulkan, bahwa pabrik ini layak untuk didirikan.

Keyword : Asam Akrilat, kapasitas, oksidasi, proses, *Propylene*

A. Pendahuluan

Perkembangan industri di Indonesia semakin meningkat, terutama industri kimia. Sebagai usaha pembangunan ekonomi jangka panjang demi membentuk infrastruktur ekonomi yang lebih kokoh dan seimbang. Sejalan dengan itu meningkat pula kebutuhan berbagai bahan baku dan bahan penunjang proses-proses dalam industri tersebut, salah satu diantaranya Asam akrilat.

Asam akrilat merupakan bahan dasar pembuat polimer, dari bentuk sederhana asam karboksilat tak jenuh. Asam akrilat memiliki nama IUPAC *propeonic acid* dan rumus kimia $\text{CH}_2\text{CHCO}_2\text{H}$. Dimana Asam akrilat berupa cairan yang tidak berwarna dan memiliki bau tajam yang khas.

Asam akrilat cukup potensial untuk dikembangkan karena semakin banyak industri yang menggunakannya. Di awal tahun 1930, polimer akrilat digunakan sebagai perekat, pelapis kulit, pemoles, dan coating tablet. Penggunaan Asam akrilat utama yang lainnya yaitu digunakan untuk industri tekstil, kosmetik, cat dan kertas.

B. Perancangan Kapasitas

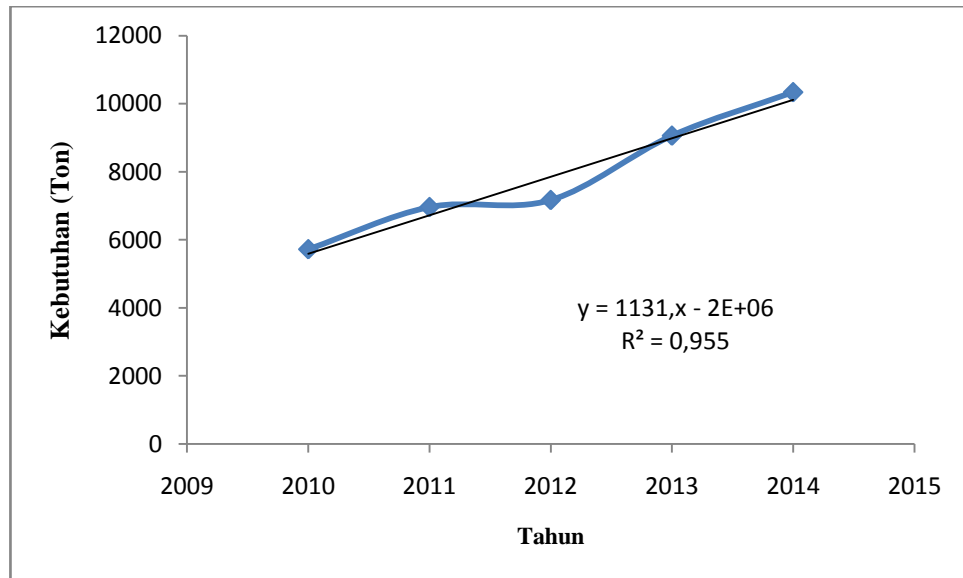
Kebutuhan Asam akrilat di Indonesia dari tahun 2010 hingga 2014 selalu mengalami peningkatan yang sangat fluktuatif. Sehingga dapat diprediksi kebutuhan Asam akrilat akan terus meningkat pada tahun-tahun yang akan datang. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Import Asam akrilat di Indonesia (2010-2014)

Tahun	Impor Asam akrilat (ton)
2010	5.725,071
2011	6.962,751
2012	7.169,595
2013	9.058,697
2014	10.335,680

(Sumber : Biro Pusat Statistik, 2014)

Berdasarkan Tabel 1 maka dapat dibuat persamaan linier untuk memperkirakan kebutuhan Asam akrilat di Indonesia pada tahun 2020, yakni sebagai berikut:



Gambar 1. Grafik Kebutuhan Asam akrilat di Indonesia

Disamping penentuan kapasitas pabrik minimum, juga didasarkan pada kapasitas pabrik yang sudah ada baik di Indonesia maupun luar negeri. Hal tersebut dikarenakan pabrik yang telah didirikan telah memiliki analisis ekonomi yang memberikan keuntungan sesuai dengan kapasitas produksi yang dihasilkan. Pertimbangan pabrik-pabrik yang telah berdiri dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kapasitas Global Asam akrilat

No.	Pabrik	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
1.	Akrilat	Dzerhinsk, Russia	25.000
2.	American Acryl	Bayport, Texas, US	120.000
3.	Arkema	Carling, France	275.000
4.	Arkema	Ludwigshafen, Germany	270.000
5.	BASF	Antwerp, Belgium	320.000
6.		Clear Lake, Texas, US	320.000
7.		Freeport, Texas, US	230.000
8.	BASF Petronas	Kuantan, Malaysia	160.000
9.	BASF –YPC	Nanjing, China	160.000
10.	Beijing Eastern Petrochemical	Beijing, China	80.000
11.	Celanese	Cangrejera, Mexico	40.000

Tabel 2. Kapasitas Global Asam akrilat (lanjutan)

No.	Pabrik	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
12.	Dow Chemical	Bohlen, Germany	80.000
13.		Deer Park, Texas , US	410.000
14.		Taft, Lousiana, US	110.000
15.	Formosa Plastics	Kaohsiung, Taiway	60.000
16.		Mailiao, Taiwan	100.000
17.		Ningbo, China	160.000
18.	Hexion	Sokolov, Czech Republic	55.000
19.	Idemitsu Petrochemical	Aichi, Japan	50.000
20.	Jiangsu Jurong Chemical	Yangcheng, China	205.000
21.	Jilin Petrochemical	Jilin, China	35.000
22.	LG Chem	Naju, South Korea	65.000
23.		Yeochun, South Korea	128.000
24.	Mitsubishi Chemical	Yokkaichi, Japan	110.000
25.	Nippon Shokubai	Himeji, Japan	360.000
26.	Oita Chemical	Oita, Japan	60.000
27.	Sasol Acrylates	Sasolburg, South Afrika	80.000
28.	Shanghai Huayi	Shanghai, China	200.000
29.	Singapore Acrylics	Pulau Sakra, Singapore	75.000
30.	StoHaas Monomer	Deer Park, Texas , US	165.000
31.		Marl, Germany	265.000
32.	Tri Polyta Acrylindo	Cilegon, Indonesia	60.000
33.	Others China	Various, China	280.000

(Tecnon OrbiChem, 2010)

Dari Tabel 2 tersebut dapat dilihat industri Asam akrilat keseluruhan secara global dan pabrik TriPolyta Acrylindo dengan kapasitas 60.000 ton/tahun merupakan satu-satunya pabrik Asam akrilat di Indonesia yang berlokasi di Cilegon, Banten berdiri pada tahun 1998. Sedangkan untuk mencukupi kebutuhan Asam akrilat di Indonesia, pemerintah mengimpor dari Korea, Jepang, dan China. Dengan melihat latar belakang yang ada, maka dipilih kapasitas produksinya 33.000 ton/tahun.

C. Pemilihan Proses

Beberapa proses komersial yang dapat digunakan untuk memproduksi Asam akrilat adalah sebagai berikut:

- **Proses Ethylene Cyanohydrin**

Merupakan proses pertama kali digunakan untuk menghasilkan Asam akrilat dengan mereaksikan *hydrogen cyanide* dengan *ethylene oxide* dengan menggunakan katalis basa dan diikuti dengan *dehydration* dan *hydrolysis* atau *alcoholysis* di bawah kondisi asam kuat.

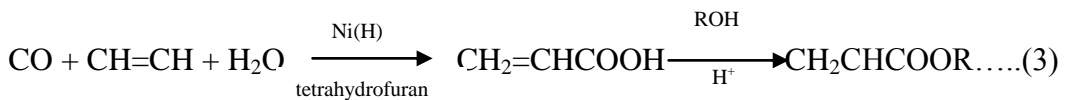
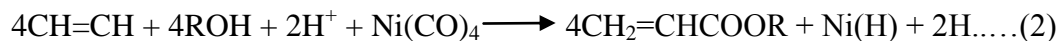
Persamaan reaksi :



- **Proses Carbonylation Acetylene**

Walter Rappe menemukan pembuatan Asam akrilat dan esternya dengan proses *Carbonylation Acetylene* dengan *carbon monoxide*, air atau *alcohol* dengan penambahan *nickel carbonyl*. Proses reaksi di bawah pada tekanan tinggi.

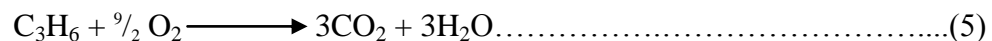
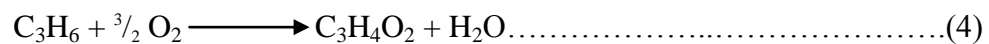
Persamaan reaksi :



- **Proses Oksidasi Propylene**

Proses oksidasi *propylene* fasa gas untuk menghasilkan Asam akrilat menggunakan katalis dan temperatur optimum.

Persamaan reaksi :



Pada perancangan ini dipilih proses Oksidasi *Propylene* dengan pertimbangan:

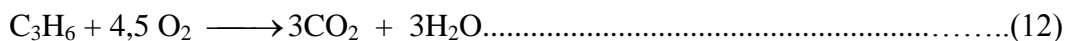
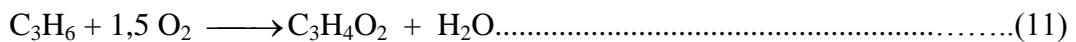
- a. Proses Oksidasi *Propylene* paling sederhana dibandingkan proses-proses lainnya.
- b. Bahan baku yang digunakan berupa *propylene* dan udara mudah diperoleh dan tersedia dalam jumlah yang cukup.

D. Tinjauan Proses Secara Umum

Reaksi oksidasi *Propylene* :

Pada reaksi oksidasi *Propylene* fasa gas, digunakan reaktor *fixed bed multitube* dengan katalis *Bismuth* (Bi) pada suhu 303°C dan tekanan 3,3 atm.

Reaksi :



Kondisi operasi dalam reaksi ini berlangsung pada suhu 303°C dengan tekanan umpan masuk 3,3 atm yang dilakukan di dalam reaktor *fixed bed multitube*. Pemilihan temperatur umpan reaktor yaitu 250-330°C didasarkan pada pertimbangan bahwa katalis akan mengalami *coke-up* pada suhu diatas 330°C yang menyebabkan terjadinya deposit karbon yang akhirnya katalis akan mengalami deaktivasi, dan jika berada di bawah 250°C, kecepatan reaksi akan turun secara drastis. Oleh sebab itulah katalis tidak boleh dioperasikan diluar temperatur diatas, (www.chemedu.gov/acrylic+acid+productions%/pdf, 2013.)

E. Spesifikasi Utama Alat Proses

1. Absorber

Kode	: Ab-01
Fungsi	: Menyerap gas CO ₂ yang keluar dari separator
Jenis	: <i>Packed tower</i>
Jumlah	: 1 buah
Diameter	: 5,05 m
Tinggi	: 7,05 m
Bahan isian	: <i>Rascing ring</i> 1 in
Tebal Shell	: 3/8 in
Tebal head	: 3/8 in
Harga	: \$ 57.600

2. Menara Distilasi

Kode	: Md-01
Fungsi	: Untuk memisahkan produk Asam akrilat dan air

Jenis : *Sieve tray*
Jumlah : 1 buah
Spesifikasi :
Diameter Atas : 1,4721 m
Diameter Bawah : 0,4563 m
Tinggi : 8,24 m
Jumlah Stage : 38 buah
Tebal Shell : 1/4 in
Tebal Head : 1/4 in
Bahan : *Carbon steel SA-283 grade C*
Harga : \$ 57.900

3. Reaktor

Kode : R-01
Fungsi : Sebagai tempat berlangsungnya reaksi antara *Propylene* dan oksigen menghasilkan asam akrilat.

Jenis : *Fixed bed multitube*

Spesifikasi :

Kondisi operasi :

- Suhu masuk : 576,15 K
- Suhu keluar : 586,42 K
- Tekanan : 3,3 atm

Fase reaksi : gas

Katalis :

- Nama : *Bismuth phosphomolybdate*
- Fase : padat
- Bentuk : *granular*
- Ukuran : - Dp = 0,3175 cm
- ρ_b = 1500 kg/m³
- Porositas = 0,411

Tebal shell : 1/4 in

Tebal head : 1/4 in

Tinggi reaktor : 4,64 m
Pipa : 2,5-in IPS sch. 40

- OD pipa : 2,0491 m
- ID pipa : 2,0329 m
- Jumlah pipa : 448 buah
- *Clearance* : 0,0183 m
- ID *shell* : 2,0329 m

Jarak *baffle* : 0,5082 m
Jumlah *baffle* : 12 buah
Jumlah : 1 buah
Harga : \$ 58.700

4. Separator

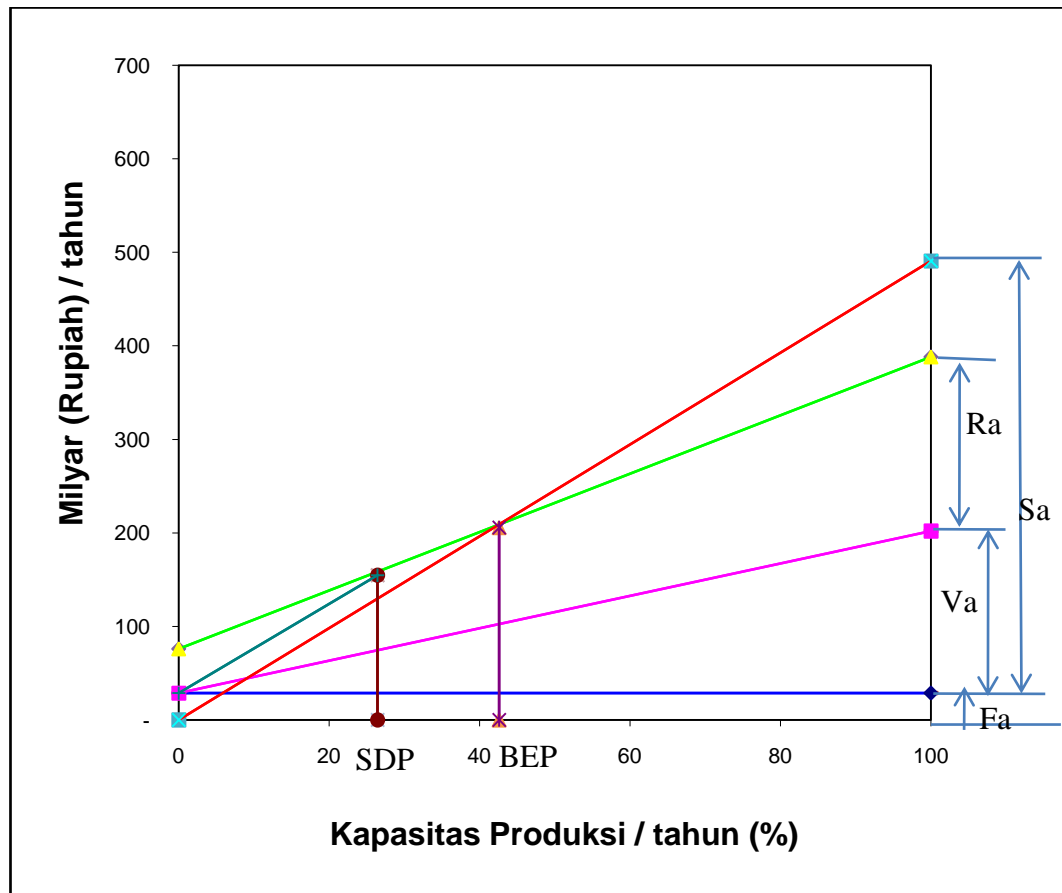
Kode : Sp-01
Fungsi : Memisahkan antara gas dan cairan *Propylene* sebelum masuk menara distilasi.
Jenis : *Flash drum horizontal separating vessel*.
Spesifikasi :
Tekanan : 1 atm
Temperatur : 42,08°C
Diameter : 1,8861 m
Panjang : 4,6038 m
Tebal *head* : ¼ in
Tebal *shell* : ¼ in
Jumlah : 1 buah
Bahan : *Carbon steel SA-283 grade C*
Harga : \$ 23.000

F. Analisis Ekonomi

Dari analisis ekonomi yang telah di kalkulasi pabrik Asam Akilat ini menggunakan modal tetap sebesar Rp 240.095.369.111,56 dan modal kerja sebesar Rp 45.500.197.341,43. Dari analisis ekonomi terhadap pabrik ini

menunjukkan keuntungan sebelum pajak Rp 103.893.517.748,09 per tahun setelah dipotong pajak 46,63% keuntungan mencapai Rp 72.725.462.423,66 per tahun. *Percent Return On Investment (ROI)* sebelum pajak 43,27% dan setelah pajak 30,29%. *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak selama 1,88 tahun dan setelah pajak 2,48 tahun. *Break Even Point (BEP)* sebesar 42,59%, dan *Shut Down Point (SDP)* sebesar 26,42%. *Discounted Cash Flow (DCF)* terhitung sebesar 37,5%. Dari data analisis kelayakan ekonomi di atas disimpulkan, bahwa pabrik ini layak untuk didirikan.

Adapun gambar dari analisis ekonomi tersebut sebagai berikut:



Gambar 2. Grafik analisis ekonomi

G. Kesimpulan

Pabrik asam akrilat digolongkan pabrik beresiko rendah. Karena bahan baku dekat, tidak korosif, dan dilihat dari kondisi operasinya pabrik beroperasi pada suhu (303-313)°C dan tekanan 3,3 atm.

Hasil analisis kelayakan ekonomi adalah sebagai berikut:

1. Keuntungan sebelum pajak Rp 103.893.517.748,09 per tahun
Keuntungan setelah pajak Rp 72.725.462.423,66 per tahun
2. ROI (*Return On Investment*) sebelum pajak 43,27 %
ROI (*Return On Investment*) sesudah pajak 30,29 %
ROI (*Return On Investment*) sebelum pajak untuk pabrik beresiko rendah minimal 11 %.
3. POT (*Pay Out Time*) sebelum pajak 1,88 tahun
POT (*Pay Out Time*) sesudah pajak 2,48 tahun
POT (*Pay Out Time*) sebelum pajak untuk pabrik beresiko rendah maksimal 5 tahun.
4. BEP (*Break Even Point*) adalah 42,59% dan SDP (*Shut Down Point*) adalah 26,42%. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya berkisar antara 40% - 60%
5. DCF (*Discounted Cash Flow*) adalah 37,5%.
DCF yang dapat diterima harus lebih besar dari bunga pinjaman di bank, suku bunga bank saat ini 21 %.

Dari data hasil perhitungan analisis ekonomi di atas dapat disimpulkan bahwa pabrik asam akrilat layak untuk didirikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aris, R, S, and Newton, R.D, 1955, "*Chemical Engineering Cost Estimation*", Mc Graw Book Company, New York.
- Arkema/NA Industries, 2010, "*Global Acrylic Acid Capacity '000 Tonnes/Year*", Tecnon OrbiChem.
- Biro Pusat Statistik, 2014, "*Import Asam Akrilat di Indonesia*", (www.bps.go.id), diakses tanggal 13 Januari 2014 pukul 19.28 WIB.
- Brown, G.G., 1978, "*Unit Operation*", John Wiley and Sons. Inc., New York.
- Brownell, L.E., and Young, E.H., 1979, "*Process Engineering Design*", 3rd ed, Willey Eastern Ltd. New Delhi.
- Coulson, J.H., and Richardson, J.F., 1983, "*Chemical Engineering Design*", vol. 6, Pergason Press, Oxford..
- Evans Frank, L.yr., 1974, "*Equipment Design Hand Book for Refining and Chemical Plant*", Vol. II, Gulf Publishing Company, Houston, Texas.
- Kern, D.Q., 1950, "*Process Heat Transfer*", Mc Graw Hill Book Company Inc., New York.
- Kurland, J.J. and D.B. Bryant, "*Shipboard Polymerization of Acrylic Acid*", Plant Operations Progress, 6, 4, 203-207 (1987). (www.chemedu.gov/acrilic+acid+productions%/pdf, 2013)
- Meyer R.A, 1986, "*Hand Book of Chemical Production Process*", Mc Graw Hill Book Company Inc., New York.
- Perry, R.H., and Green, D., 1999, "*Perry's Chemical Engineer's Hand Book*", 7th ed, Mc Graw Hill Book Company Inc., New York.
- Peters, M.S., and Timmerhaus, E.D., 1980, "*Plant Design and Economy for Chemical Engineer's*", 3rd ed, Mc Graw Hill Book Company Inc., Singapore.
- Reid, R.C., Prauswitz, J.M., 1987, "*The Property of Gases and Liquids*", 4th ed, Mc Graw Hill Book Company Inc. New York.
- Treyball, R.E., 1981, "*Mass Transfer Operation*", 3rd ed, Mc Graw Hill Book Company Inc., Singapore.

Ullmann's, 1989, "*Encyclopedia of Industrial Chemistry*" Vol A1. Wilhelm Fifth Completely Revised Edition, of Germany.

Ulrich, G.D., 1954, "*A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*", John Wiley and Sons, Canada.

Winkle, M.V., 1967, "*Distillation*", Mc Graw Hill International Editions, New York.