Tetra ethyl lead adalah suatu cairan dengan densitas 1,659 g/cc dan larut dalam bensin. Tetra ethyl lead ditemukan oleh T. Midgley dan T.A Boyd dari *General Motor Corporation* sekitar tahun 1922. Efektifitas tetra ethyl lead dalam menurunkan ketukan mesin tergantung kepada jumlah tetra ethyl lead yang ditambahkan ke dalam bensin dan kepada komposisi bensin.

Pembuatan pabrik ini dimaksudkan untuk memenuhi kebutuhan yang diperlukan dalam negeri, yang selama ini tetra ethyl lead masih mengimpor dari luar negeri, sehingga menghemat devisa negara. Sedangkan manfaat lainnya adalah terbukanya kesempatan kerja dalam rangka mengurangi tingkat pengangguran yang semakin bertambah.

1.2 PENENTUAN KAPASITAS PRODUKSI

Dalam perhitungan kapasitas produksi ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan, antara lain :

1. Ketersediaan bahan baku

   Bahan baku utama pembuatan $Pb(C_2H_5)_4$ adalah C_2H_5Cl dan NaPb yang diperoleh dengan mengimpor dari luar negeri.

2. Prediksi kebutuhan $Pb(C_2H_5)_4$ di Indonesia

   Di Indonesia konsumsi $Pb(C_2H_5)_4$ dari tahun 1997-2007 mengalami peningkatan setiap tahunnya. Tabel 1.1 menunjukkan perkembangan konsumsi $Pb(C_2H_5)_4$ di Indonesia.

✓ Suhu

Adanya penyimpangan pada suhu pada set yang telah ditetapkan, maka akan timbul isyarat yang dapat berupa suara, nyala lampu dan lain-lain.

✓ Tekanan

Perubahan tekanan dapat dideteksi dengan isyarat (signal yang dikeluarkan berupa suara, nyala lampu dan lain-lain.

Jika pengendalian proses dilakukan terhadap kerja pada suatu harga tertentu supaya dihasilkan produk yang sesuai standart, maka pengendalian mutu dilakukan untuk mengetahui apakah bahan baku dan produk telah sesuai spesifikasinya.

- Pressure Drop : 0.3004 psi

Luas Transfer Panas : 11,6013 ft^2

Koef.Transfer panas bersih (Uc) : 170,7965 Btu/(jam.ft^2 °F)

Koef.Transfer panas kotor (Ud) : 120 Btu/(jam.ft^2 °F)

Faktor kotor total (Rd) : 0,0025 (jam.ft^2 °F)/Btu

Harga : $ 1.559,98

3.2.9 Heater (HE-02)

Fungsi : Untuk memanaskan umpan dari tanki-03 masuk reaktor dari suhu 30°C menjadi suhu 70°C.

Jenis : Double Pipe heat exchanger.

Inner Pipe

- Schedule Number : 40
- Diameter : 0,493 in
- Pressure Drop : 0.0232 psi

Annalus

- Diameter Luar : 0,493 in
- Diameter Dalam : 0,405 in
- Pressure Drop : 0.0142 psi

Luas Transfer Panas : 0,3269 ft^2

Koef.Transfer panas bersih (Uc) : 113,4480 Btu/(jam.ft^2 °F)

Koef.Transfer panas kotor (Ud) : 120 Btu/(jam.ft^2 °F)

Faktor kotor total (Rd) : -0,0005 (jam.ft^2 °F)/Btu

- Schedule Number : 40
- Diameter : 3.068 in
- Pressure Drop : 0,6344 psi

Annalus

- Diameter Luar : 4.026 in
- Diameter Dalam : 3.5 in
- Pressure Drop : 0,0775 psi

Luas Transfer Panas : 35,1725 ft^2

Koef.Transfer panas bersih (Uc) : 259,4512 Btu/(jam.ft^2 °F)

Koef.Transfer panas kotor (Ud) : 120 Btu/(jam.ft^2 °F)

Faktor kotor total (Rd) : 0.0045 (jam.ft^2 °F)/Btu

Harga : $ 1.139,31

3.2.13 Cooler (CL-02)

Fungsi : Untuk mendinginkan hasil bawah menara distilasi dari suhu 93,1°C menjadi suhu 30°C.

Jenis : Double pipe heat exchanger

Inner Pipe

- Schedule Number : 40
- Diameter : 1,38 in
- Pressure Drop : 6,2905 psi

Annalus

- Diameter Luar : 1,38 in

Tenaga motor : 3/4 Hp Standar NEMA

Jumlah : 1 buah

Harga : US$ 797,98

3.2.32 Pompa (P-09)

Fungsi : Mengalirkan produk dari MD menuju reaktor.

Jenis : Centrifugal pump

Kondisi operasi : Tekanan : 3,5 atm

Suhu : 44,9 ^{0}C

Volume : 4,2129 gpm

Head pompa : 38,8501 ft

Tenaga pompa : 0,3840 Hp

Tenaga motor : 3/4 Hp Standar NEMA

Jumlah : 1 buah

Harga : US$ 913,00

Ethyl Lead ini diperoleh dari luar negeri dan bahan pembantu didapat dari daerah Gresik, Jawa Timur.

b. Pemasaran

Besar kecilnya pangsa pasar yang dikuasai oleh suatu perusahaan akan mempengaruhi perkembangan pabrik dimasa yang akan datang. Hasil dari pabrik Tetra Ethyl Lead merupakan bahan baku dari beberapa industri yang dekat dengan pulau Jawa sehingga memudahkan pemasarannya baik untuk memenuhi permintaan dalam negeri dan untuk diekspor.

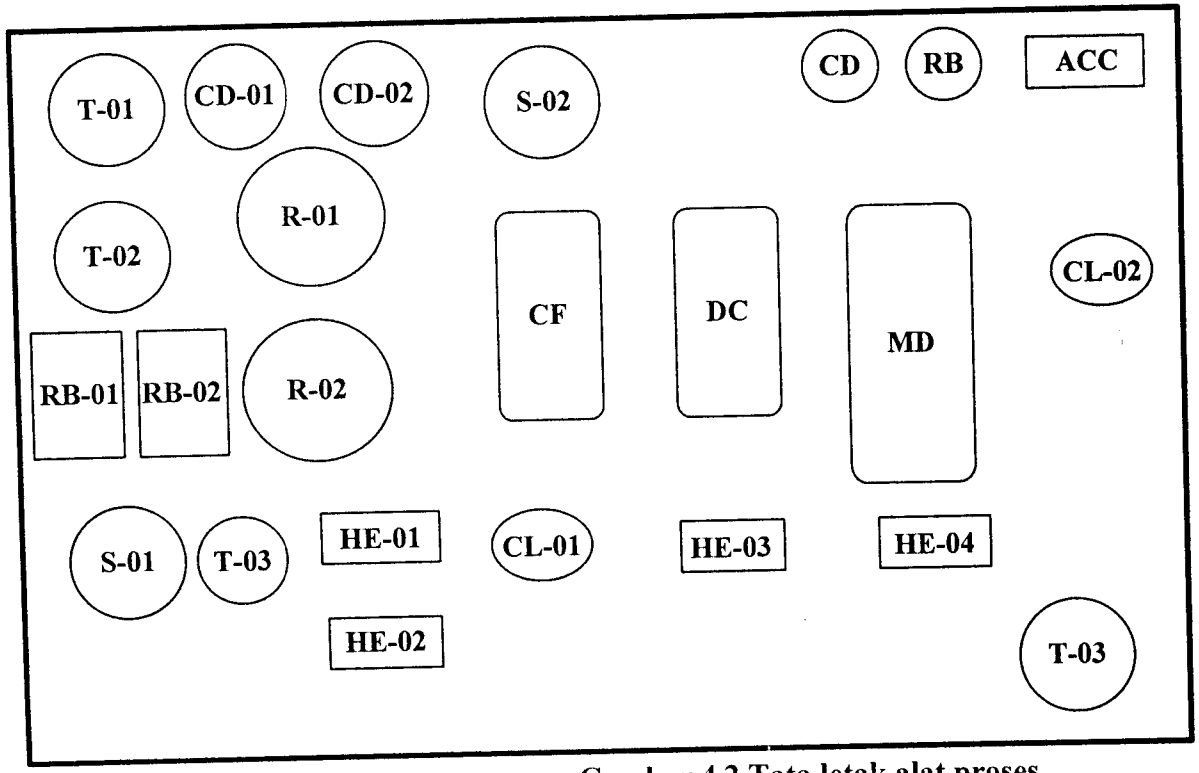
c. Transportasi

Transportasi di Gresik memiliki sarana yang memadai. Dengan adanya transportasi ini bahan baku ke pabrik dan pengiriman produk kepasaran menjadi lebih lancar baik dari darat dan laut. Dipilih Gresik, Jawa Timur karena untuk sistem pengangkutan bahan baku dan produk mudah, karena lokasi pabrik dekat dengan pelabuhan serta transportasi darat yang relatif lancar. Dengan adanya pelabuhan yang cukup memadai untuk pemasaran di lain pulau maupun untuk ekspor.

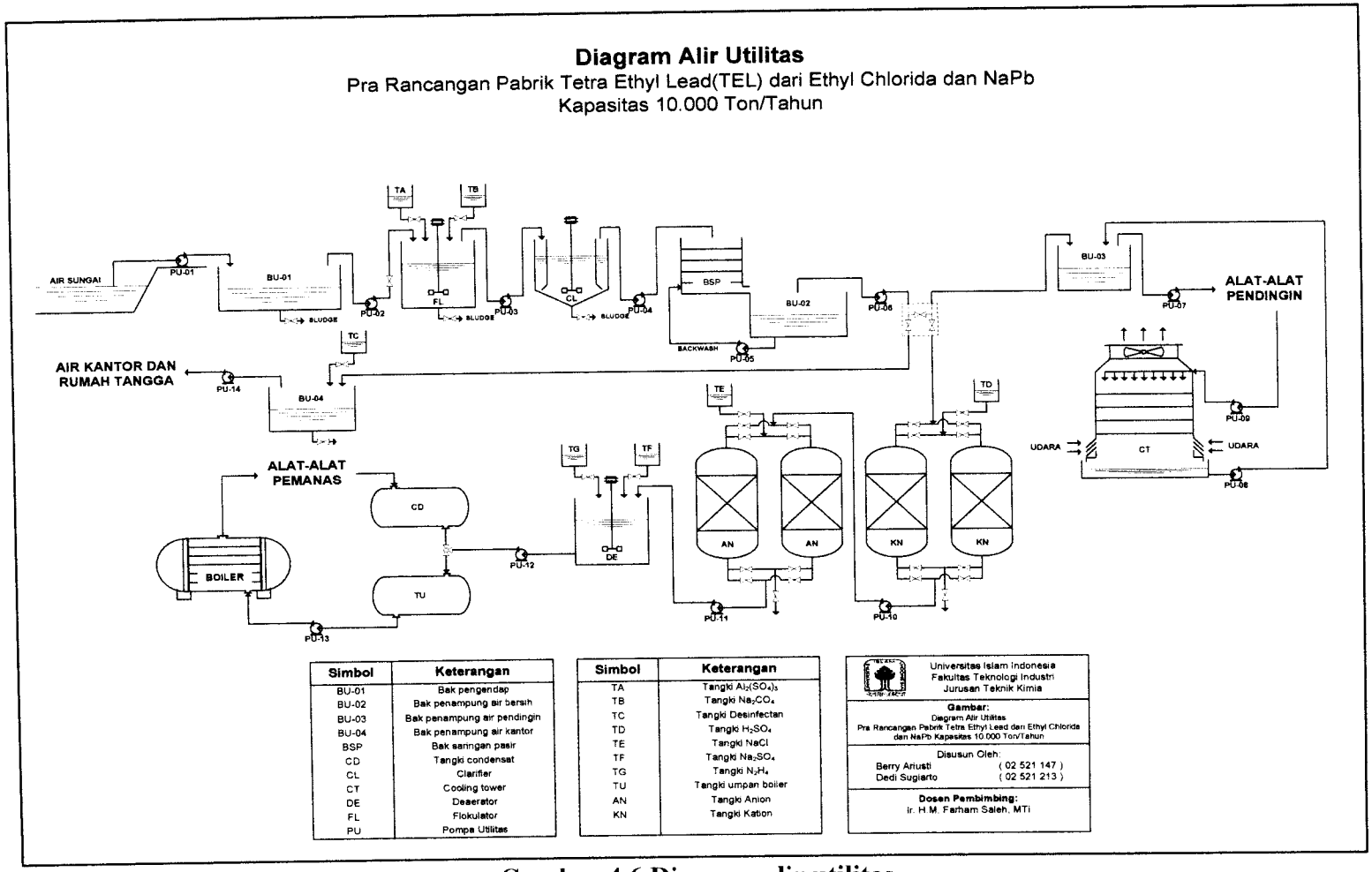
d. Utilitas

Dalam utilitas ini yang dioperlukan adalah air, bahan bakar dan listrik maka kebutuhan tersebut di harapkan dapat dipenuhi dengan mudah. Untuk kebutuhan air, berdasarkan monogram daerah Jawa Timur yang menyebutkan bahwa di daerah ini terdapat 90 sungai, dimana diantaranya dekat dengan lokasi pabrik. Sedangkan untuk pemenuhan

TATA LETAK ALAT PROSES



Gambar 4.2 Tata letak alat proses



Gambar 4.6 Diagram alir utilitas

b. Syarat kimia, meliputi:

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

4.4.1.2 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. $Al_2(SO_4)_3.18H_2O$, 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 ($Al_2(SO_4)_3.18H_2O$), koagulan acid sebagai pembantu pembentukan flok dan NaOH sebagai pengatur pH. Air baku ini dimasukkan melalui bagian tengah *clarifier* dan diaduk dengan agitator. Air bersih keluar dari pinggir *clarifier* secara *overflow*, sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara grafitasi dan di *blowdown* secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan.

Volume : 80,0375 m^3

Jumlah : 1 buah

Harga : Rp. 8.003..753,-

Bahan Konstruksi : Beton bertulang

11. Pompa Utilitas-06

Kode : PU – 06

Fungsi : Mengalirkan air dari bak penampung air bersih untuk didistribusikan ke bak penampung air untuk kantor dan rumah tangga, bak penampung air pendingin, bak air proses dan ke tangki pembangkit steam sebanyak 13.339,5895 kg/j

Tipe : *Centrifugal pump*

Dimensi pipa :

Diameter Nominal	: 3 in
Inside Diameter (ID)	: 3,068 in
Outside Diameter (OD)	: 3,50 in
Schedule Number	: 40
Inside Sectional Area (At)	: 7,38 in^2

Spesifikasi pompa :

Kapasitas pompa : 58,7342 gpm

Head pompa :

Velocity head	: 0,1012 ft
Static head	: 26,7826 ft
Pressure head	: 0

Pressure head : 0

Friction head : 18,3475 ft

Total head : 136,7750 ft

Putaran pompa : 501,2778 rpm

Putaran spesifik : 7500 rpm

Pompa aktual : 2,9424 Hp

Tenaga Motor : 5 Hp

Jumlah : 1 buah

Harga : $ 1.253,56

Bahan Konstruksi : *Stainless steel tipe 304*

27. Tangki Bahan Bakar

Kode : TU-06

Fungsi : Menampung bahan bakar *boiler* untuk persediaan 1 bulan.

Tipe Alat : *Silinder Vertical*

Dimensi : Diameter : 5,09 m

Tinggi : 5,09 m

Volume : 103,5920 m^3

Jumlah : 1 buah

Harga : $ 11.442,87

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

ini menggunakan sistem bergilir, yaitu kerja shift selama 24 jam dengan masing-masing shift bekerja selama 8 jam.

4.4.6.1 Program Kerja Laboratorium

Dalam upaya pengendalian mutu produk, pabrik dodekil benzene sulfonat ini mengoptimalkan aktivitas laboratorium untuk pengujian mutu. Analisa pada proses pembuatan tetra ethyl lead ini dilakukan terhadap:

1. Bahan baku ethyl chloride, yang dianalisa adalah kemurnian, density, kadar impuritis/inert, warna, viskositas, kelarutan, spesifik gravity dan indeks bias.
2. Bahan baku NaPb, yang dianalisa adalah kemurnian, density, viskositas, spesifik gravity, dan kadar.
3. Produk tetra ethyl lead yang dianalisa adalah kemurnian, viskositas, bilangan penyabunan.

Analisa untuk unit utilitas, meliputi:

1. Air lunak proses kapur dan air proses untuk penjernihan, yang dianalisa pH, silikat sebagai SiO_2, Ca sebagai $CaCO_3$, Sulfur sebagai SO_4^{2-}, chlor sebagai Cl_2 dan zat padat terlarut.
2. Penukar ion, yang dianalisa kesadahan $CaCO_3$, silikat sebagai SiO_2.
3. Air bebas mineral, analisa sama dengan penukar ion.
4. Air umpan boiler, yang dianalisa meliputi pH, kesadahan, jumlah O_2 terlarut dalam Fe.
5. Air dalam boiler, yang dianalisa meliputi pH, jumlah zat padat terlarut, kadar Fe, kadar $CaCO_3$, SO_3, PO_4, SiO_2.

4.5.3.6 Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh Kepala Bagian masing-masing agar diperoleh hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap kepala seksi bertanggung jawab terhadap Kepala Bagian masing-masing sesuai dengan seksinya.

4.5.4 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik ini direncanakan beroperasi 330 hari dalam satu tahun dan 24 jam perhari. Sisa hari yang bukan libur digunakan untuk perbaikan atau perawatan dan shut down. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam dua golongan, yaitu:

a. Karyawan non shift

Karyawan non shift adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk karyawan ini adalah: direktur, staff, ahli, kepala bidang, kepala seksi serta bawahan yang berada dikantor. Karyawan harian dalam satu minggu bekerja selama 6 hari dengan pembagian jam kerja sebagai berikut:

Jam Kerja:

Senin – Jum'at	: jam 07.00 – 15.00
Sabtu	: jam 07.00 – 12.00

Jam Istirahat:

Senin – Kamis	: jam 12.00 – 13.00
Jum'at	: jam 11.00 – 13.00

4.6.4.5 Shut Down Point (SDP)

Shut down point adalah level produksi dimana biaya untuk menjalankan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar fixed cost.

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

4.6.5 Hasil Perhitungan

4.6.5.1 Penentuan Total Capital Investment (TCI)

A. Modal Tetap (Fixed Capital Investment)

Tabel 4.11 Modal Tetap

No	Komponen	US $	Rp
1	Harga alat (DEC)	$ 2.451.581,72	
2	Biaya pemasangan	$ 12.355,97	Rp 1,788,674,022,-
3	Biaya pemipaan	$ 997.303,44	Rp 2,068,154,339,-
4	Biaya instrumentasi	$ 238.293,74	Rp 167,688,189,-
5	Biaya listrik	$ 161.314,08	Rp 251,532,284,-
6	Biaya isolasi	$ 63.741,12	Rp 279,480,316,-
7	Biaya bangunan		Rp 23,060,000,000,-
8	Biaya tanah dan Perbaikan		Rp 25,500,000,000,-
9	Biaya utilitas	$ 244.384,07	Rp 161,975,485,-
	Physical Plant Cost (PPC)	**$ 4.168.974,15**	**Rp 53,277,504,637,-**
10	Engineering and Construction (20% PPC)	$ 833,794.83	Rp 10,655,500,927,-
	Direct Plant Cost (DPC)	**$ 5.002.768,98**	**Rp 63,933,005,565,-**
11	Contractor's fee (5% DPC)	$ 250.138,45	Rp 3,196,650,278,-
12	Contigencies (10% DPC)	$ 500.276,90	Rp 6,393,300,556,-
Fixed Capital Investement (FCI)		**$ 5.753.184,32**	**Rp 73.522.956.400,-**

3. Break Even Point (BEP)

Fixed Manufacturing Cost (Fa) = Rp 16.381.849.953,-

Variabel Cost (Va) = Rp 265.210.390.035,-

Regulated Cost (Ra) = Rp 83.147.348.815,-

Penjualan Produk (Sa) = Rp 418.967.616.099,-

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

BEP = 43,25 %

4. Shut Down Point (SDP)

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

SDP = 26,10 %

5. Discounted Cash Flow (DCF)

Umur Pabrik = 10 tahun

Fixed Capital (FC) = Rp131.054.799.629,-

Working Capital (WC) = Rp110.175.332.633,-

Cash Flow (CF) = Rp 51.627.318.437,-

Salvage Value (SV) = Rp 27.806.000.000,-

DCF = 22,54 %

Bunga Bank rata-rata saat ini = 7,5 % (Sumber : Kompas,11 April 2007)

5. *Break Even Point* (BEP) dicapai pada 43,25 % , harga Shut Down Point (SDP) sebesar 26,10 %. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya sebesar 40% - 60% .

6. *Discounted Cash Flow* (DCFR) sebesar 22,54 % , DCFR minimum sebesar 1,5 x suku bunga deposito. Suku bunga deposito bank pada saat ini sebesar 7,5 % (Sumber : Kompas,11 April 2007)

Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa pabrik Tetra Ethyl Lead dari Ethyl Chloride dan NaPb ini cukup menarik untuk dikaji lebih lanjut. Tetapi perlu adanya evaluasi lebih lanjut pada reaksi dan proses.

DAFTAR PUSTAKA

Aries, R.S., and Newton, R.D., *"Chemical Engineerin Cost estimation"*, McGraw Hill Book Company, New York, 1995.

Biro Pusat Statistik, 1999, statistic perdaganagan Luar Negeri Indonesia, Impor Menurut Jenis Barang, Jakarta.

Brown, G.C., *"Unit Operation"*, Modern Asia Edition, John Willey and Sons, Tokyo, 1978.

Brownell, L.E., and Young, E.H., *"Process Equipment Design"*, Willey Eastern Limited, New Delhi, 1979.

Coulson, J.M., and Richardson, J.F., *"Chemical Engineering"*, 1st edition, vol. 6, Pergamon Press, Oxford, 1983.

Faith, W.L., 1961, Industrial Chemical, 2nd edition, John and Sons. Inc, USA.

Foust, A.S., *"Principles Of Unit 2ed Operations"*, John Wiley & Sons, Singapore, 1980.

Hill, C.G, 1996, An Introduction to Chemical Engineering Kinetics and Reactor Design, John Willey and Sons. Inc, New York.

Kern, D.Q., *"Process Heat Transfer"*, International Student Edition, McGraw Hill International Book Company, Tokyo. 1965.

Kirk, K.E., and Othmer, D.F., *"Encyclopedia of Cnemical Technology"*, 3rd edition, The Interscience Encyclopedia, John Willey and Sons, Inc, New York, 1979.