

**PRARANCANGAN PABRIK SODIUM SILIKAT
DARI NATRIUM HIDROKSIDA DAN PASIR SILIKA
KAPASITAS PRODUKSI 60.000 TON/TAHUN**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada
Jurusan Kimia Fakultas Teknik**

Oleh:

**NANDA TRISNIAN
D500 100 042**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2016**

HALAMAN PENGESAHAN

**PRARANCANGAN PABRIK SODIUM SILIKAT
DARI NATRIUM HIDROKSIDA DAN PASIR SILIKA
KAPASITAS PRODUKSI 60.000 TON/TAHUN**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

NANDA TRISNIAN
D500 100 042

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji
oleh:

Dosen
Pembimbing

M. Mujiburohman, S.T., M.T., Ph.D.

NIK.794

HALAMAN PENGESAHAN

**PRARANCANGAN PABRIK SODIUM SILIKAT
DARI NATRIUM HIDROKSIDA DAN PASIR SILIKA
KAPASITAS PRODUKSI 60.000 TON/TAHUN**

OLEH

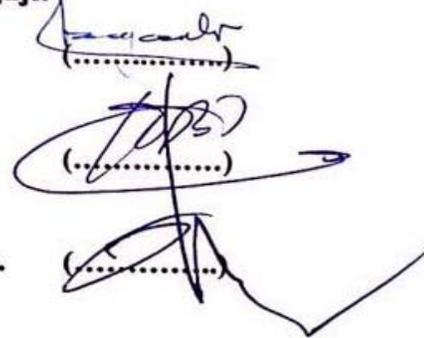
NANDA TRISNIAN

D 500 100 042

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Sabtu, 1 Oktober 2016
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Ir. Haryanto, M.S.
(Ketua Dewan Penguji)
2. Hamid Abdillah, S.T. M.T.
(Anggota I Dewan Penguji)
3. M. Mujiburohman, S.T. M.T. Ph.D.
(Anggota II Dewan Penguji)



Dekan,



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 26 Oktober 2016

Penulis,



NANDA TRISNIAN

D500 100 042

**PRARANCANGAN PABRIK SODIUM SILIKAT
DARI NATRIUM HIDROKSIDA DAN PASIR SILIKA KAPASITAS
PRODUKSI 60.000 TON/TAHUN**

Abstrak

Pabrik sodium silikat dengan bahan baku natrium hidroksida dan pasir silika, kapasitas produksi 60.000 ton per tahun ini direncanakan beroperasi selama 330 hari per tahun. Pabrik ini akan didirikan di kawasan industri Gresik, Jawa Timur dengan luas tanah 12.168 m² dan jumlah karyawan 188 orang. Proses pembuatan sodium silikat dilakukan menggunakan reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) dengan cara merekasikan natrium hidroksida dan pasir silika. Pada reaktor ini reaksi berlangsung pada fase cair-cair, endotermis, dengan suhu operasi 220°C dan tekanan 24 bar. Kebutuhan bahan baku natrium hidroksida sebesar 3.316,43 kg per jam, sedangkan kebutuhan bahan baku pasir silika sebesar 6.276,16 kg per jam. Produk sodium silikat sebesar 8.850,50 kg per jam. Utilitas pendukung proses meliputi penyediaan air yang diperoleh dari sungai sebesar 62.189,20 kg per jam, penyediaan uap air jenuh sebesar 8.175,91 kg per jam yang dihasilkan dari proses pemanasan air di boiler, dengan bahan bakar solar sebesar 173,36 liter per jam, dan penyediaan listrik yang diperoleh dari PLN dan generator set sebesar 502,68 kW sebagai cadangan yang menggunakan bahan bakar sebesar 105,35 liter per jam. Pabrik sodium silikat memerlukan biaya produksi sebesar Rp256.437.791.787,00. Dari analisis ekonomi terhadap pabrik ini menunjukkan keuntungan sebelum pajak sebesar Rp65.156.021.370,00 per tahun, Setelah dipotong pajak 25% keuntungan mencapai Rp48.867.016.027,00 per tahun. *Percent return on investment* (ROI) sebelum pajak 27,8% dan setelah pajak 20,8%. *Pay out time* (POT) sebelum pajak selama 2,65 tahun dan setelah pajak 3,25 tahun. *Break even point* (BEP) sebesar 53,43% dan *Shut down point* (SDP) sebesar 28,26%. *Discounted cash flow* (DCF) terhitung sebesar 46,05%. Dari data analisis kelayakan di atas disimpulkan, bahwa pabrik ini menguntungkan dan layak untuk didirikan

Kata Kunci: sodium silikat, natrium hidroksida, pasir silika.

Abstract

Sodium silicate factory with raw material sodium hydroxide and silica sand, the production capacity of 60.000 tons per year is planned to operate for 330 days per year. This factory will be established in an industrial area Gresik, East Java, with a land area of 12,168 m² and the number of employees is 188 people. The process of producing sodium silicate is performed using continuous stirred tank reactor (CSTR) by way reacting sodium hydroxide and silica sand. In the reactor the reaction undergoes liquid-liquid phase, endothermic, with operating temperatures of 220°C and a pressure of 24 bar. To produce 8,850.50 kgs/hour sodium silicate. The process requires raw materials including 3,316.43 kgs/hour of sodium hydroxide, and 6,276.16 kgs/hour of silica sand. The process also needs utility including 62,189.20

kgs/hour of water, 8,175.91 kgs/hour of steam, 173.36 liters/hour of diesel fuel, and 502.68 kW of electricity. The sodium silicate factory requires production costs of Rp256,437,791,787.00. The economic analysis of this plant showed a profit before tax of Rp65,156,021,370.00 per year, after tax profits reached Rp48,867,016,027.00 25% per year. The return on investment (ROI) before tax 27,8% and 20,8% after taxes. The pay out time (POT) before tax was 2.65 years and 3.25 years after tax. The break even point (BEP) was 53.43% and Shut down point (SDP) amounted to 28.26%. The discounted cash flow (DCF) accounted for 46.05%. From those economic it is analysis concluded that the plant is profitable and feasible to set.

Keywords: sodium silicate, sodium hydroxide, silica sand.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sampai saat ini situasi perekonomian di Indonesia belum mengalami kemajuan yang berarti akibat krisis yang berkepanjangan, hal ini berdampak pada bidang industri. Banyak sektor yang masih tergantung impor dari luar negeri, sehingga diperlukan suatu usaha untuk menanggulangi ketergantungan terhadap impor. Salah satu penanggulangan tersebut adalah dengan mendirikan industri sodium silikat yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dimana kebutuhan sodium silikat semakin meningkat.

Sodium silikat banyak digunakan pada pabrik *silica gel*, sabun, detergen, keramik, *drum filter*, juga digunakana sebagai *flocculating agen* pada *water treatment*, serta untuk sintesis zeolit.

1.2. Tujuan Perancangan

Tujuan dari perancangan pabrik sodium silikat antara lain:

- Terciptanya lapangan pekerjaan.
- Memacu pertumbuhan industri-industri baru yang menggunakan bahan baku sodium silikat.
- Menurunkan ketergantungan terhadap impor.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kapasitas Perancangan Pabrik

Kebutuhan sodium silikat di Indonesia mengalami kenaikan dari tahun ke tahun, sebagaimana ditunjukkan Tabel 1.

Tabel 1. Data impor sodium silikat

Tahun	Berat (Ton)
2010	20.702,32
2011	34.375,33
2012	39.093,30
2013	39.375,66
2014	45.664,41

(BPS Semarang, 2015)

Dari Tabel 1, terlihat bahwa impor sodium silikat mengalami peningkatan dari tahun ke tahun, tercatat dari tahun 2010 sebesar 20.702,32 ton sampai tahun 2014 sebesar 45.665,41 ton. Berdasarkan data tersebut diperkirakan untuk tahun-tahun ke depan kebutuhan sodium silikat akan terus meningkat. Pabrik sodium silikat ini dirancang untuk didirikan pada tahun 2020. Untuk memenuhi kebutuhan sodium silikat di Indonesia yang terus meningkat, pabrik ini dirancang dengan kapasitas 60.000 ton/tahun.

2.1. Proses Produksi Sodium Silikat

Secara umum sodium silikat diproduksi dengan metode berikut:

1. Dengan mencampurkan sodium karbonat dan pasir silika pada temperatur 1200°C – 1450°C , yang dilanjutkan dengan penghalusan dan pengayakan. Alat yang digunakan adalah *rotary kiln*.
2. Alternatif lain dengan cara mengeringkan larutan sodium silikat dalam *drum granulator*. Selanjutnya dilakukan pengayakan menggunakan *screen* untuk memperoleh sodium silikat dalam bentuk *powder*.
3. Metode Coogee Chemicals process

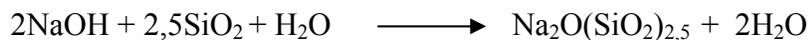
Proses ini dengan memanaskan pasir silikat sampai suhu 220°C dan pada tekanan 24 bar. Setelah bahan pasir silikat sudah pada kondisi yang diinginkan dimasukkan NaOH cair konsentrasi 50% ke dalam reaktor agar bereaksi menjadi sodium silikat.

3. DESKRIPSI PROSES

3.1. Tinjauan Termodinamika

Tinjauan secara termodinamika bertujuan menentukan sifat reaksi dan arah reaksi, sehingga perlu perhitungan dengan menggunakan panas pembentukan standar (ΔH°_f) dari reaktan dan produk.

Reaksi pembentukan sodium silikat adalah sebagai berikut:



Data-data harga ΔH°_f dari Yaws, 1999, untuk masing-masing komponen pada suhu 298 K adalah sebagai berikut:

$$\Delta H^{\circ}_f \text{NaOH} = -426,886 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^{\circ}_f \text{H}_2\text{O} = -286,031 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^{\circ}_f \text{SiO}_2 = -851,386 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^{\circ}_f \text{Na}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_{2,5} = -1607,35 \text{ kJ/mol}$$

Jika ΔH bernilai positif, maka reaksi bersifat endotermis, sedangkan jika ΔH bernilai negatif, reaksi bersifat eksotermis.

$$\begin{aligned} \Delta H_R &= \sum \Delta H^{\circ}_f \text{produk} - \sum \Delta H^{\circ}_f \text{reaktan} \\ &= 1106,856 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, dapat disimpulkan bahwa reaksi pembentukan sodium silikat adalah reaksi endotermis atau memerlukan panas.

3.2 Langkah Proses

Secara keseluruhan proses pembuatan sodium silikat ini dibagi menjadi 3 tahapan, yaitu:

- **Tahap Penyiapan Bahan Baku**

Bahan baku NaOH dalam bentuk padatan disimpan dalam *silo NaOH*, sedangkan untuk bahan baku pasir silika yang juga berbentuk padatan disimpan di *silo SiO₂*. Sebelum direaksikan ke *reaktor*, NaOH dicairkan terlebih dahulu di dalam *mixer* (M-01) dengan air.

- **Tahap Reaksi**

Pasir silika dimasukkan ke dalam *reaktor* untuk direaksikan dengan NaOH pada suhu 220°C dan tekanan 24 bar. Reaksi berlangsung pada fase cair, produk sodium silikat keluar dari *reaktor* dalam bentuk lelehan kemudian didinginkan dengan *cooler* sampai suhu 80°C. Setelah itu masuk ke dalam *centrifuge* untuk memisahkan produk dari cairannya.

- **Tahap Pemisahan dan Pemurnian Produk**

Produk yang keluar dari *centrifuge* kemudian diumpankan ke *rotary dryer*. Di dalam *rotary dryer* dipanaskan kembali dengan suhu 130°C bertujuan untuk cairan yang masih ikut terbawa akan teruapkan dan diperoleh produk dengan kadar 96%.

4. SPESIFIKASI ALAT PROSES

A. Mixer

Kode	: M-110
Fungsi	: Mengencerkan NaOH dengan air sebelum direaksikan ke <i>Reaktor</i> .
Bahan	: <i>Stainlees stell type 304</i>
Jenis	: Silinder tegak dengan tutup atas dan bawah <i>torispherical dished</i> dilengkapi dengan pengaduk <i>turbine with flat six flat blade</i> .
Kondisi operasi	
- Tekanan	: 1 atm
- Suhu	: 40°C
Volume <i>mixer</i>	: 4,67 m ³
Jenis pengaduk	: <i>Turbine with flat six flat blade</i>

Putaran pengaduk : 60 rpm
Power motor : 0,083 Hp
Harga : US \$382.900,00

B. Reaktor

Kode : R-110
Fungsi : tempat mereaksikan NaOH dan SiO₂
Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)
Bahan : *Stainlees steel type 309/310*
Kondisi operasi
 - Tekanan : 24 bar
 - Suhu : 220°C
Diameter reaktor : 4,7616 m
Tinggi reaktor : 8,8638 m
Tinggi cairan : 3,6328 m
Tebal jaket : 8,3750 in
Volume : 104,8395 m³
Jenis pengaduk : Turbin dengan 6 blade disk standar
Diameter pengaduk : 1,5872 m
Tinggi pengaduk : 0,3174 m
Lebar Pengaduk : 0,3968 m
Kecepatan putaran : 62,0675 rpm
Power motor : 69 Hp
Jumlah : 2 buah
Harga : US \$521.942,00

C. Centrifuge

Kode : H-110
Fungsi : Memisahkan antara padatan dan *mother liquornya*
Jenis : *Solid basket type*
Kondisi operasi
 - Tekanan : 1 atm

- Suhu	: 70°C
Diameter <i>basket</i>	: 54,7 in
Kecepatan putaran	: 3186 rpm
Power motor	: 19 Hp
Tinggi <i>basket</i>	: 165,9 in
Bahan	: <i>Stainlees steel</i>
Jumlah	: 1 buah
Harga	: US \$378.416,00

D. Rotary dryer

Kode	: B-110
Fungsi	: Mengeringkan produk Sodium Silikat hingga diperoleh kadar sebesar 96%.
Jenis	: <i>Single shell direct heat rotary dryer</i>
Bahan	: <i>Stainless steels, SA 167 grade 3 type 304</i>
Kondisi operasi	
- Tekanan	: 1 atm
- Suhu	: 130°C
Diameter <i>shell</i>	: 1,5 m
Panjang <i>shell</i>	: 11,1 m
Power motor <i>gear</i>	: 85 Hp
Power motor <i>pinion</i>	: 72,5 Hp
Power motor pemutar	: 13 Hp
Volume <i>rotary dryer</i>	: 19,5 m ³
Jumlah	: 1 buah
Harga	: US \$183.600,00

4. UTILITAS PABRIK

Utilitas pendukung proses di dalam pabrik sodium silikat meliputi penyediaan air yang diperoleh dari sungai sebesar 62.189,20 kg per jam, penyediaan uap air jenuh sebesar 8.175,9151 kg per jam yang dihasilkan dari proses pemanasan air di boiler,

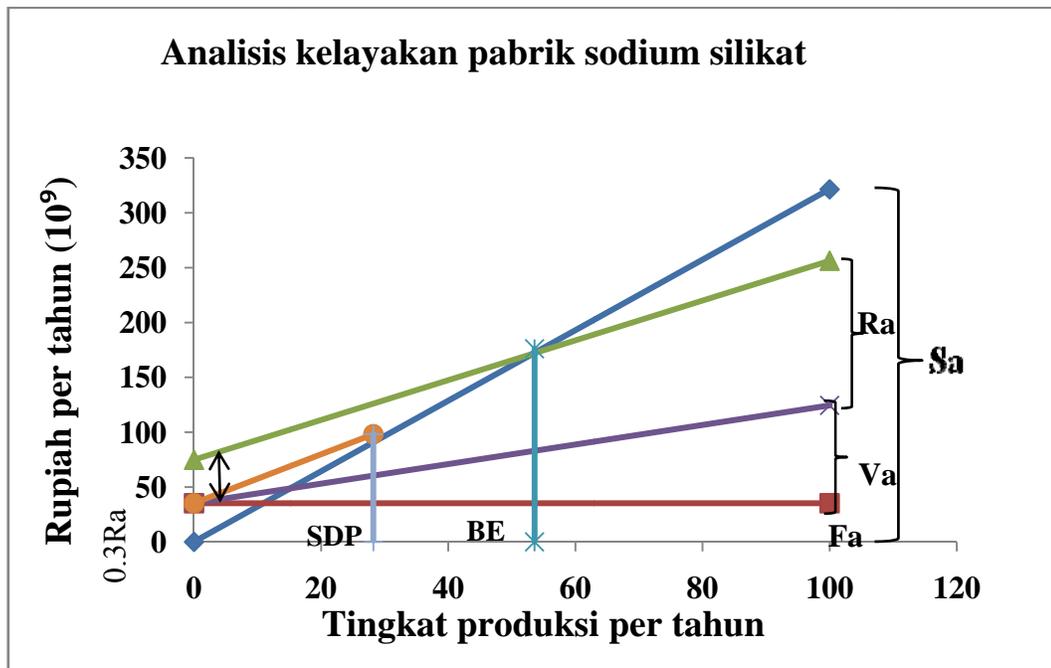
dengan bahan bakar solar sebesar 173,36 liter per jam, dan penyediaan listrik yang diperoleh dari PLN dan generator set sebesar 502,677 kW sebagai cadangan yang menggunakan bahan bakar sebesar 105,35 liter per jam.

5. MANAJEMEN PERUSAHAAN

Pabrik sodium silikat direncanakan didirikan berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Dengan kapasitas produksi sebesar 60.000 ton/tahun yang akan didirikan di kawasan industri Gresik, Jawa Timur. Pabrik akan didirikan diatas tanah seluar 12.168 m² dengan jumlah karyawan 188 orang.

6. ANALISIS EKONOMI

Pabrik sodium silikat memerlukan biaya produksi sebesar Rp256.437.791.787,00. Dari analisis ekonomi terhadap pabrik ini menunjukkan keuntungan sebelum pajak sebesar Rp65.156.021.370,00 per tahun, Setelah dipotong pajak 25% keuntungan mencapai Rp48.867.016.027,00 per tahun. *Percent return on investment* (ROI) sebelum pajak 27,8% dan setelah pajak 20,8%. *Pay out time* (POT) sebelum pajak selama 2,65 tahun dan setelah pajak 3,25 tahun. *Break even point* (BEP) sebesar 53,43% dan *Shut down point* (SDP) sebesar 28,26%. *Discounted cash flow* (DCF) terhitung sebesar 46,05%. Dari data analisis kelayakan di atas disimpulkan, bahwa pabrik ini menguntungkan dan layak untuk didirikan.



Gambar 2. Analisis kelayakan pabrik sodium silikat

7. KESIMPULAN

Dalam perancangan pabrik sodium silikat dari natrium hidroksida dan pasir silika dengan kapasitas 60.000 ton/tahun diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Perancangan pabrik sodium silikat dengan kapasitas 60.000 ton/tahun bertujuan untuk mengurangi nilai impor sodium silikat dari luar negeri, menyediakan bahan baku untuk pabrik lainnya, serta meningkatkan ekonomi Indonesia di era globalisasi.
2. Pabrik sodium silikat berbadan hukum Perseroan Terbatas yang direncanakan berlokasi di Kawasan Industri Gresik, Jawa Timur, dengan tanah seluas 1,2168 Ha, jumlah karyawan 158 orang dan akan beroperasi selama 330 hari/tahun.
3. Hasil analisis ekonomi adalah sebagai berikut:
 - Keuntungan yang diperoleh:
Keuntungan sebelum pajak yaitu Rp 65.156.021.370,00 dan keuntungan setelah pajak Rp 48.867.016.027,00

- *Return of Investment (ROI)*:
Prosentase ROI sebelum pajak sebesar 27,8% dan ROI setelah pajak sebesar 20,8%. Syarat ROI untuk pabrik kimia dengan resiko rendah minimum adalah 11%
- *Pay Out Time (POT)*:
POT sebelum pajak selama 2,65 tahun dan POT setelah pajak selama 3,25 tahun. Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah, paling lambat 5 tahun
- *Break Even Point (BEP)* pada 53,43%, sedangkan *Shut Down Point (SDP)* pada 28,26%. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40-60%
- *Discounted Cash Flow (DCF)* sebesar 46,05%.

Berdasarkan analisis ekonomi, prarancangan Pabrik Sodium Silikat ini menguntungkan dan layak untuk didirikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2011, "*Matche's Process Equipment Cost Estimates*", <http://www.matche.com/equipcost/Default.html>, Diakses 21 Juli 2016
- Anonim, 2014, "*Plant Cost Index*", <http://www.chemengonline.com/pci-home> Diakses 8 Agustus 2016.
- Anonim, 2015, "*Gubernur Jatim Tetapkan UMK 2016*", <http://regional.kompas.com/read/2015/11/21/05000061/Gubernur.Jatim.Tetapkan.UMK.2016>, Diakses 8 Agustus 2016.
- Anonim, 2016, "*Informasi Kurs Rupiah*", <http://www.bi.go.id/id/moneter/informasi-kurs/transaksi-bi/Default.aspx>, Diakses 8 Agustus 2016
- Badan Pusat Statistik. 2014. *Statistic Indonesia*. www.bps.go.id. Diakses pada tanggal 26 Februari 2015 pukul 12:22 WIB
- Badger, Walter L. dan Julius T. Banchero. 1957. *Introduction to Chemical Engineering*. Singapore : McGraw Hill Book Company.
- Brown, G.G., 1950, *Unit Operations*, John Wiley and Sons, Inc., New York.

- Brownell, L.E. and Young, E.H., 1979, "*Process Equipment Design*", John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Coulson, J.M. and Richardson, J.F., 1983, *Chemical Engineering* Vol. 6, Pergamon Press, Oxford.
- Fogler, H.S., 2006, *Elements of Chemical Reaction Engineering*, 4th ed., pp. 12-23, Pearson Education, Inc., Massachusetts.
- Geankoplis, C.J. and J.F. Richardson, "*Design Transport Process and Unit Operation*", 1989, Pergamon Press, Singapore
- Kern, D.Q., 1950, *Process Heat Transfer*, Mc. Graw-Hill International Book Company Inc., New York.
- Kirk, R. E., dan Othmer, D. F. (1998). *Encyclopedia of Chemical Technology* (4th ed.). New York: The Interscience Encyclopedia Inc.
- Matche. 2015. *matche equipment*. [http://:www.matche.com//equipmentcost/html](http://www.matche.com//equipmentcost/html).
Diakses pada tanggal 14 Maret 2016 pukul 10:17 WIB
- McCabe, W.I. and Smith, J.C., 1985, "*Unit Operation of Chemical Engineering*", 4th ed., McGraw Hill Book Company, Singapore.
- Peters, M., Timmerhause, K., dan West, R. (2003). *Plant Design and Economics for Chemical engineers*. New York: McGraw Hill.
- Perry, R. H., dan Green, D. W. 2008. *Perry's Chemical Engineers* (7th ed.). USA: McGraw Hill Companies Inc.
- Rase, Howard F., 1981, "*Chemical Reactor Design for Process Plant*", 3rd ed., McGraw Hill International Book Company, Tokyo.
- Smith, J.M. and Van Ness, H.C., 1987, *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics 4th ed.*, Mc. Graw-Hill Book Co., New York.
- Treybal, R.E., 1981, "*Mass Transfer Operation*", 3rd ed., McGraw-Hill Book Company, Singapore
- Ulrich, G.D., 1984, "*A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*", John Wiley and Sons, Inc., New York
- Yaws, C. L. (1999). *Chemical Properties Handbook*.