

**PRARANCANGAN PABRIK SODIUM DODEKILBENZENA
SULFONAT DARI DODEKILBENZENA DAN OLEUM 20%
KAPASITAS 50.000 TON PER TAHUN**



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

Oleh:

HARJUNA MUKTI SAPUTRA

D500 100 069

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

HALAMAN PERSETUJUAN

**PRARANCANGAN PABRIK SODIUM DODEKILBENZENA
SULFONAT DARI DODEKILBENZENA DAN OLEUM 20%
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh :

HARJUNA MUKTI SAPUTRA

D 500 100 069

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

Dosen Pembimbing



Ir. Nur Hidayati. M.T., Ph.D

NIK. 975

HALAMAN PENGESAHAN

PRARANCANGAN PABRIK SODIUM DODEKILBENZENA
SULFONAT DARI DODEKILBENZENA DAN OLEUM 20%
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN

Oleh :

HARJUNA MUKTI SAPUTRA

D 500 100 069

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Jum'at, 11 November 2016
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji :

1. Ir. Nur Hidayati, M.T., Ph.D.

(Ketua Dewan Penguji)

2. Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D.

(Anggota I Dewan Penguji)

3. Hamid Abdillah, S.T., M.T.

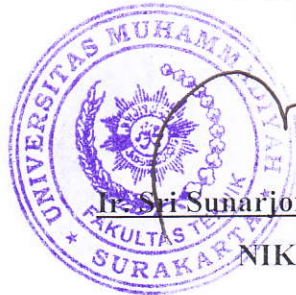
(Anggota II Dewan Penguji)

()

()

()

Dekan,



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

NIK. 682

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 diatas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 17 Desember 2016

Penulis



Harjuna Mukti Saputra

D 500 100 069

**PRARANCANGAN PABRIK SODIUM DODEKILBENZENA
SULFONAT DARI DODEKILBENZENA DAN OLEUM 20%
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**

ABSTRAK

Prarancangan pabrik Sodium Dodekilbenzena Sulfonat dimaksudkan untuk memenuhi kebutuhan sodium dodekilbenzena sulfonat dalam negeri dan tidak menutup kemungkinan untuk diekspor. Sodium dodekilbenzena sulfonat dibuat melalui reaksi sulfonasi dodekilbenzena dengan oleum 20%. Proses produksi sodium dodekilbenzena sulfonat dilakukan di dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB). Kegunaan sodium dodekilbenzena sulfonat yaitu digunakan pada industri pembuatan deterjen sintetik, sabun cuci, dan shampo mobil.

Lokasi pabrik sodium dodekilbenzena sulfonat direncanakan didirikan di kawasan industri Cilegon, Banten. Pemilihan proses produksi yang digunakan adalah proses sulfonasi dengan oleum 20% dengan 3 pertimbangan, yaitu biaya operasional produksi lebih rendah, proses lebih mudah penanganannya, dan konversi lebih tinggi yaitu 99%. Untuk memenuhi kebutuhan air pabrik sodium dodekilbenzena sulfonat ini sumber air yang digunakan berasal dari air sungai terbesar di Cilegon yaitu sungai grogol. Reaksi berlangsung pada fase cair, suhu 46°C dan tekanan 1 atm. Pabrik sodium dodekilbenzena sulfonat dengan kapasitas 50.000 ton per tahun ini membutuhkan bahan baku oleum sebanyak 39.929,696 ton per tahun, dodekilbenzena sebanyak 32.397,319 ton per tahun dan NaOH sebanyak 5.676,615 ton per tahun. Utilitas yang dibutuhkan dalam setiap tahunnya antara lain 48.159,564 ton air, 11.969,781 liter bahan bakar, dan 288,6766 kW listrik.

Dari hasil analisis ekonomi diperoleh hasil yaitu *Percent Return On Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 44,14% dan setelah pajak sebesar 30,90%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak selama 1,85 tahun sedangkan setelah pajak selama 2,45 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 44,23%, dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 25,37%. *Internal Rate of Return* (IRR) sebesar 41,86%. Berdasarkan data di atas maka pabrik sodium dodekilbenzena sulfonat dari oleum 20% ini layak untuk didirikan.

Kata kunci: Sodium dodekilbenzena sulfonat, sulfonasi, RATB

ABSTRACT

Pre-design of sodium dodecylbenzene sulfonates plant is intended to meet the requirement of sodium dodecylbenzene sulfonates in the country and overseas. Sodium dodecylbenzene sulfonates is made by sulfonation dodecylbenzene reaction with oleum 20%. The production process of sodium dodecylbenzene sulfonates is performed in the reactor continuous stirred tank reactor. The use of sodium dodecylbenzene sulfonates is for in the production of synthetic detergents, and washing the car shampoo.

Location of sodium dodecylbenzene sulfonates plant is planned in the industrial zones established in Cilegon, Banten. The selected production process is the sulfonation process that use 20% oleum because of lower cost, easy handling, and higher conversion. The reaction takes place in the liquid phase, at temperature of 46°C and a pressure of 1 atm. Dodecylbenzene sulfonates sodium plant with a capacity of 50,000 tons per year requires raw materials as many as 39,929.7 tons oleum per year, 32,397.3 tons dodecylbenzene per year and 5,676.6 tons NaOH per year. The utility need 48,159.6 tons water per year, 11,969.781 litres fuel per year, and 288.6766 kW electricity. The water process is provided by largest river in Cilegon, it is Grogol river.

Economic analysis conclude that Percent Return On Investment (ROI) of 44.14% before tax and 30.90% after tax. Pay Out Time (POT) before tax is 1.85 years and that of after tax is 2.45 years. Break Even Point (BEP) is 44.23%, and Shut Down Point (SDP) is 25.37%. Internal Rate of Return (IRR) is 41.86%. Based on the data above, the plant of sodium dodecylbenzene sulfonates possible to set up.

Keywords : *Sodium dodecylbenzene sulfonates, sulfonation, continous stirred tank reactor*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dodekilbenzena sulfonat adalah salah satu produk intermediet untuk bahan baku pembuatan deterjen sintetik, shampo, pasta gigi, dan sabun cuci. Selain itu dapat juga digunakan dalam industri kertas, karet, dan pertambangan sebagai *wetting agent* karena kemampuannya dalam menurunkan tegangan muka air. Deterjen sintetik mengandung bahan organik sintetik aktif permukaan disebut sebagai surfactant (*surface active detergent*). Surfaktan merupakan produk turunan industri petrokimia. Oleh karena itu, perkembangan industri deterjen sintetik berkaitan erat dengan berkembangnya industri petrokimia.

Dewasa ini kebutuhan akan dodekilbenzena sulfonat semakin meningkat seiring dengan meningkatnya pemakaian deterjen di dalam maupun di luar negeri. Penggunaan dodekilbenzena sulfonat sebagai bahan aktif deterjen lebih diminati, hal ini disebabkan sifat dodekilbenzena sulfonat sebagai surfaktan yang mudah terurai karena merupakan rantai lurus, sehingga mudah dirombak oleh mikroorganisme. Dengan demikian dodekilbenzena sulfonat merupakan surfaktan yang ramah terhadap lingkungan. Penggunaan deterjen memiliki keunggulan dibandingkan dengan sabun. Peristiwa pencucian yang menggunakan deterjen

tetap berlangsung meskipun dalam air sadah tetapi peristiwa pencucian yang menggunakan sabun kurang baik dilakukan.

Dengan pendirian pabrik ini diharapkan akan tumbuh industri-industri baru untuk membuat deterjen yang siap untuk dipasarkan, sehingga dapat memperluas lapangan pekerjaan dan meningkatkan taraf hidup masyarakat disekitar pabrik yang akan didirikan.

1.2. Kapasitas Perancangan Pabrik

Untuk menentukan kapasitas produksi pabrik sodium dodekilbenzena yang direncanakan harus mempertimbangkan tiga faktor.

1. Kebutuhan Sodium Dodekilbenzena Sulfonat di Indonesia

Data statistik yang diterbitkan Badan Pusat Statistik (BPS) dalam statistik perdagangan Indonesia tentang kebutuhan dodekilbenzena sulfonat di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung stabil seperti terlihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Data Impor Sodium Dodekilbenzena Sulfonat (BPS, 2015)

Tahun	Berat (Ton)
2008	5.610,93
2009	5.725,19
2010	6.732,66
2011	5.921,27
2012	6.253,18
2013	7.756,61
2014	6.710,41

2. Kapasitas Pabrik yang Sudah Beroperasi

Pabrik yang sudah beroperasi dalam pembuatan dodekilbenzena sulfonat kapasitasnya berbeda-beda. Penentuan kapasitas pabrik yang akan didirikan ini dipengaruhi oleh kapasitas pabrik sejenis yang sudah beroperasi.

- a. PT. Aktif Indonesia kapasitas 100.000 ton/tahun
- b. Henkel (Jerman) kapasitas 65.000 ton/tahun
- c. BASF (Jerman) kapasitas 40.000 ton/tahun

Mengacu pada industri yang sudah beroperasi maka dirancang dengan kapasitas 50.000 ton/tahun. Diharapkan dengan kapasitas tersebut dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri, serta membuka kemungkinan untuk melakukan kegiatan ekspor keluar negeri.

1.3. Tinjauan Pustaka

1.3.1 Pemilihan Proses

Macam-macam proses pembuatan sodium dodekilbenzena sulfonat antara lain yaitu:

- a. Reaksi langsung dengan menggunakan H_2SO_4
- b. Reaksi dengan Oleum 20%
- c. Reaksi dengan Gas SO_3

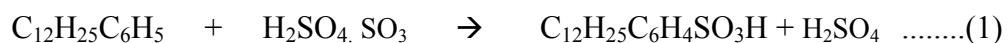
Dari ketiga proses yang ada proses yang paling menguntungkan adalah proses sulfonasi dengan oleum 20% dengan 3 pertimbangan, yaitu biaya operasional produksi lebih rendah dan menghasilkan H_2SO_4 yang dapat dijual, proses lebih mudah penanganannya, dan konversi lebih tinggi jika dibandingkan dengan yang lainnya 99%.

2. METODE

2.1. Dasar Reaksi

Pada proses pembuatan sodium dodekilbenzena sulfonat berlangsung dalam dua tahapan proses yaitu, proses sulfonasi dan kemudian proses netralisasi. Dengan menggunakan reaktor alir tangki berpengaduk.

Reaksi Sulfonasi:



Reaksi Netralisasi:



2.2. 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. Menurut literatur (Kirk and Othmer, 1998) ΔH_{RT} untuk reaksi pembentukan dodekilbenzene sulfonat adalah -112 kJ/mol.

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

$$\Delta H_f^\circ \text{ C}_{12}\text{H}_{25}\text{C}_6\text{H}_5 = -210,70 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ \text{ H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{SO}_3 = -395,72 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ \text{ C}_{12}\text{H}_{25}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{H} = -705,13 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ \text{ H}_2\text{SO}_4 = -20,63 \text{ kJ/mol}$$

Jika ΔH_r bernilai positif, maka reaksi bersifat endotermis atau membutuhkan panas, sedangkan jika ΔH_r bernilai negatif, reaksi bersifat eksotermis atau mengeluarkan panas.

$$\begin{aligned} \Delta H_r &= \Sigma \Delta H_r \text{ produk} - \Sigma \Delta H_r \text{ reaktan} \\ &= (-705,13 + (-20,63)) \text{ kJ/mol} - (-210,70 + (-395,72)) \text{ kJ/mol} \\ &= -119,34 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, dapat disimpulkan bahwa reaksi pembentukan sodium dodekilbenzena sulfonat adalah reaksi eksotermis atau mengeluarkan panas.

2.3. Langkah Proses

Secara garis besar proses pembuatan sodium dodekilbenzena sulfonat dari dodekilbenzena dan oleum 20% terdiri dari 5 tahap proses.

1. Proses Penyiapan Bahan Baku

Bahan baku proses pembuatan sodium dodekilbenzena adalah dodekilbenzena dan oleum 20%. Dodekilbenzena disimpan dalam tangki penyimpanan (TP-01), sedangkan oleum 20% disimpan dalam tangki penyimpanan (TP-02). Kedua bahan dialirkan menuju *heat exchanger* (HE-01 dan HE-02) untuk dinaikkan suhunya yaitu dengan suhu 46°C. Kemudian dodekilbenzena dan oleum 20% dialirkan menuju reaktor (R-01) dengan perbandingan mol antara dodekilbenzena dan oleum 20% sebesar 4:7.

2. Proses Sulfonasi

Bahan baku dodekilbenzena dan oleum 20% direaksikan dalam sebuah reaktor alir tangki berpengaduk (R-01) yang dikondisikan pada keadaan isothermal pada suhu 46°C dan tekanan 1 atm dengan reaksi cenderung ke arah kanan (*irreversible*). Reaksi yang terjadi antara dodekilbenzena dengan oleum 20%

bersifat eksotermis, sehingga suhu reaksi harus dipertahankan untuk menghindari terjadinya reaksi samping. Untuk menjaga suhu reaksi tetap, maka reaktor dilengkapi dengan koil atau jaket pendingin sebagai pendingin.

Dalam reaksi sulfonasi produk keluar pada suhu 43°C dan diumpankan menuju *mixer* (M-01). Di dalam *mixer* hasil sulfonasi ini ditambahkan dengan air supaya kadar asam sulfat yang terkandung dalam produk turun menjadi 78% sehingga asam sulfat ini mudah untuk dipisahkan. Produk yang keluar dari *mixer* menuju dekanter (DC-01).

3. Proses Pemisahan

Pemisahan asam sulfat (H_2SO_4 78%) dari produk terjadi didalam dekanter (DC-01). Asam sulfat ini terpisah melalui bagian bawah dekanter sebagai fase berat yang kemudian masuk kedalam tangki penyimpanan (TP-04) sebagai produk samping. Asam dodekilbenzena sulfonat keluar melalui bagian atas dekanter sebagai fase ringan yang kemudian dialirkan menuju netralizer (N-01).

4. Proses Netralisasi

Proses pada netralizer (N-01) terjadi reaksi antara dodekilbenzena sulfonat dengan NaOH 20% membentuk sodium dodekilbenzena sulfonat. Reaksi ini berlangsung pada suhu 52°C dengan tekanan 1 atm. Setelah reaksi di netralizer selesai, produk sodium dodekilbenzena sulfonat dialirkan menuju ke dalam *mixer* (M-03) untuk proses pencampuran dengan *builder* (penguat) untuk meningkatkan kualitas produk. *Builder* yang digunakan yaitu Na_2SO_3 dan *sodium tripolyphosphat* (STTP). Perbandingan umpan Na_2SiO_3 yaitu 1% dari $C_{12}H_{25}C_6H_4SO_3Na$.

5. Proses Pemurnian

Hasil dari *mixer* kemudian dialirkan menuju *spray dryer* (SD-01) untuk proses pengeringan. Dalam *spray dryer* produk yang dihasilkan tersebut kemudian dipompa untuk disimpan ke dalam tangki penyimpanan (TP-05).

3. HASIL DAN PEMAHASAN

3.1 Reaktor (R-01)

Fungsi : Tempat mereaksikan dodekilbenzena dan oleum
Jenis : Reaktor alir tangki berpengaduk

Bahan	: <i>Stainlees steel type 310</i>
Kondisi operasi	: 46°C, 1 atm
Diameter reaktor	: 4,8360 m
Tinggi reaktor	: 6,7662 m
Tinggi cairan	: 4,2636 m
Volume	: 109,7992 m ³
Jenis pengaduk	: <i>Fixed – speed belt</i>
Diameter pengaduk	: 1,6120 m
Tinggi pengaduk	: 0,3224 m
Lebar pengaduk	: 0,4030 m
Jumlah pengaduk	: 1
Kecepatan putaran	: 46,1397 rpm
Power motor	: 80 Hp
Tebal <i>shell</i>	: 0,25 in
Tebal <i>head</i>	: 0,25 in
Diameter koil	: 2,5 in
ID koil	: 2,469 in
OD koil	: 2,88 in
Jumlah lilitan koil	: 7 lilitan

3.2 Decanter (DC-01)

Fungsi	: Memisahkan H ₂ SO ₄ 78% dari campuran yang selanjutnya keluar sebagai hasil samping
Jenis	: Tangki silinder tegak
Tekanan	: 1 atm
Temperatur	: 43°C
Bahan	: <i>Stainlees steel type 310</i>
Diameter	: 1,835 m
Panjang	: 6,2426 m
Tebal <i>shell</i>	: 3/16 in
Tebal <i>head</i>	: 3/16 in
Tinggi <i>head</i>	: 0,3693 m

3.3 Netralizer (N-01)

Fungsi	: Menetralkan dodekilbenzena sulfonat menjadi sodium dodekilbenzena sulfonat dengan NaOH 20%
Jenis	: <i>Torispherical flanged and dishes head</i>
Kondisi operasi	
Tekanan	: 1 atm
Temperatur	: 43°C
Volume <i>shell</i>	: 35,198 m ³
Bahan	: <i>Stainless Steel SA 302 Grade</i>
Diameter	: 3,675 m
Tinggi	: 5,191 m
Tebal <i>shell</i>	: 5/16 in
Tebal <i>head</i>	: 5/16 in
Jenis	: Turbin dengan 6 <i>blade disk standard</i>
Kecepatan putar	: 55,661 rpm
Power motor	: 14 Hp
Jumlah pengaduk	: 1
Tebal jaket	: 0,13 m

3.4 *Spray Dryer* (SD-01)

Fungsi	: Mengeringkan slurry sebanyak 8430,44 kg/jam
Jenis	: Silinder tegak dengan bagian bawah berbentuk <i>conical</i> .
Tekanan	: 1 atm
Temperatur	: 52°C
Suhu udara masuk	: 120°C
Kebutuhan udara pengering	: 227901,955 kg/jam
Waktu penguapan	: 0,005 jam
Volume <i>chamber</i>	: 47119,3024 ft ³
Diameter <i>shell</i>	: 17,845 in
Tebal <i>shell</i>	: 1,66 in
Tebal konis	: 2,67 in

3.5 Unit Pendukung Proses

Unit pendukung proses atau biasa disebut unit utilitas adalah sarana penunjang yang penting demi kelancaran jalannya proses produksi. Unit pendukung proses yang dibutuhkan setiap tahunnya pada prarancangan pabrik ini meliputi penyediaan air yang diperoleh dari sungai sebesar 48.159,56 ton air, 11.969,78 liter bahan bakar, dan penyediaan listrik yang diperoleh dari PLN dan generator set sebesar 500 kW sebagai cadangan.

4. PENUTUP

Pabrik sodium dodekilbenzena sulfonat merupakan pabrik yang tergolong pabrik dengan resiko yang cukup rendah. Hal ini dikarenakan kondisi operasi pabrik berada pada tekanan 1 atm dan temperatur 46°C. Pabrik sodium dodekilbenzena sulfonat berbadan hukum Perseroan Terbatas yang direncanakan berlokasi di kawasan industri Cilegon, Banten. Dengan luas tanah 11.600 m² dan jumlah karyawan 100 orang.

Analisa kelayakan ekonomi pabrik sodium dodekilbenzena sulfonat ditunjukkan meliputi 5 hal.

1. Keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 180.340.384.061,64 per tahun dan keuntungan sesudah pajak sebesar Rp 126.238.268.843,15
2. *Return On Investment* (ROI) sebelum pajak yaitu sebesar 44,14%
Return On Investment (ROI) sesudah pajak yaitu sebesar 30,90%
Untuk pabrik beresiko rendah *Return On Investment* (ROI) sebelum pajak minimal 20%.
3. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak yaitu selama 1,85 tahun
Pay Out Time (POT) sesudah pajak yaitu selama 2,45 tahun
Untuk pabrik beresiko rendah *Pay Out Time* (POT) maksimal yaitu selama 5 tahun.
4. *Break Event Point* (BEP) yaitu sebesar 44,23% dan *Shut Down Point* (SDP) yaitu sebesar 25,37%. Untuk pabrik kimia pada umumnya BEP berkisar di antara 40% - 60%.

5. *Internal Rate of Return* (IRR) yaitu sebesar 41,86%. Besarnya IRR yang bisa diterima harus lebih besar dari pada bunga pinjaman di bank. Untuk pabrik beresiko rendah besarnya IRR minimal 1,5 kali besarnya bunga bank.

Berdasarkan pada hasil analisis kelayakan ekonomi tersebut maka diperoleh kesimpulan bahwa pabrik sodium dodekilbenzena sulfonat ini menguntungkan dan layak untuk didirikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2009. *Kelebihan dan Kelemahan Perseroan Terbatas*. www.dokterbisnis.net/2009/12/01/kelebihan-dan-kelemahan-perseroan-terbatas-pt. Diakses tanggal 1 November 2016. Pukul 22.18 WIB.
- Aries, R. dan Newton. R. 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*. McGraw Hill Book Company Inc. New York. USA
- ASC Group. 2010. *Caustic Soda (NaOH)*. <http://www.asc.co.id/?idm=3&id=11>. Diakses 5 September 2016. Pukul 16.24 WIB.
- Badan Pusat Statistik. 2015. *Statistic Indonesia*. www.bps.go.id. Diakses pada tanggal 26 Februari 2015 pukul 12:22 WIB
- Brown, G.G. 1978. *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.
- EEA. 2011. *Peralatan Energi Panas: Boiler & Pemanas Fluida Termis*. UNEP.
- Fessenden, Ralph J. and Fessenden, Joan. S. 1992. *Kimia Organik*. Erlangga. Jakarta.
- Fhateh. 2011. *Bentuk dan Struktur Organisasi*. <https://fhateh.wordpress.com/2011/01/02/bentuk-dan-struktur-organisasi/>. Diakses tanggal 1 November 2016. Pukul 21.47 WIB.
- Fogler, H.S. 2006. *Elements of Chemical Reaction Engineering*. 4th ed. Pearson Education Inc. Massachusetts.
- Hanum, F. 2002. *Proses Pengolahan Air Sungai Untuk Keperluan Air Minum*. Fakultas Teknik Program Studi Teknik Kimia Universitas Sumatera Utara.
- Indoacid. 2010. *Asam Sulfat*. http://www.indoacid.com/ind/asam_sulfat_i.htm. Diakses 1 November 2016. Pukul 20.34 WIB.
- Indoacid. 2010. *Oleum*. http://www.indoacid.com/ind/oleum_i.htm. Diakses 1 November 2016. Pukul 20.34 WIB.
- IRO Group. 2013. *Sodium Dodecyl Benzene Sulphonate*. www.irochemical.com/product/Surfactants/LAS.htm. Diakses tanggal 23 Oktober 2016. Pukul 21.43 WIB.
- Iskandar, Z. 2014. *Jenis-Jenis Air Industri*. www.academia.edu/8216494/JENIS-JENIS_AIR_INDUSTRI. Diakses tanggal 1 November 2016. Pukul 20.24 WIB.
- Kadirun, A. 2010. Prarancangan Pabrik Pembuatan Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS) dari Linear Alkylbenzene (LAB) dengan Proses Sulfonasi Kapasitas 85.000 ton/tahun.

- Repostory.usu.ac.id/bitstream/123456789/17509/4/chapter%20II.pdf.
Diakses pada tanggal 1 November 2016. Pukul 10.50 WIB.
- Kern, D.Q. 1950. *Process Heat Transfer*. Mc. Graw-Hill International Book Company Inc. New York.
- Kirk, R. E., and Othmer D. F. 1998. *Encyclopedia of Chemical Technology*. 4th ed. The Interscience Encyclopedia Inc. New York.
- Levenspiel, O. 1972. *Chemical Reaction Engineering*. vol1.1. 2nd edition, A Willey Interscience Publication, John Wiley Sons Co. New York.
- McCabe, W.I. and Smith, J.C. 1985. *Unit Operation of Chemical Engineering*. 4th ed. McGraw Hill Book Company. Singapore.
- McMurry, J. 1996. *Organic Chemistry I*. 4th ed. Brooks/Cole Publishing Company. USA
- Permenkes. 2010. *Persyaratan Kualitas Air Minum*. Menteri Kesehatan Republik Indonesia.
- Peters, M., Timmerhause, K., dan West, R. 2003. *Plant Design and Economics for Chemical engineers*. McGraw Hill. New York.
- Perry, R. H., and Green, D. W. 2008. *Perry's Chemical Engineers* .7th ed. McGraw Hill Companies Inc. USA.
- Said dan Ruliasih, 2011. *Pengolahan Air Sungai Skala Rumah Tangga secara Kontinyu*. hal. 284-305.
- Smith, J.M. and Van Ness, H.C., 1987, *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics 4th ed.*, Mc. Graw-Hill Book Co., New York.
- Sukandar, D. 2011. *Perseroan Terbatas*. <http://legalakses.com>. Diakses 10 September 2016. Pukul 15:24 WIB.
- PT Unggul Indah Cahaya Tbk. 2010. Dodecylbenzene. <http://www.uic.co.id/?scr=05.01&selectLanguage=1>. Diakses 5 September 2016. Pukul 15.48 WIB.
- Yaws, C. L. (1999). *Chemical Properties Handbook*.