

PRARANCANGAN PABRIK SODIUM SILIKAT DARI PASIR SILIKA DAN NATRIUM HIDROKSIDA DENGAN PROSES HIDROTHERMAL KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN

Rizky Ananda Puteri^{1*}, Siti Nurmajidah¹

¹Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
Jalan A. Yani KM 35, Kampus ULM Banjarbaru, Kalimantan Selatan

*Corresponding Author: rizkyanap@gmail.com

Abstrak

Sodium silikat merupakan senyawa kimia yang memiliki nama IUPAC disodium dioxide(oxo)silane. Sodium silikat banyak digunakan pada industri sabun atau deterjen, kertas, tekstil, keramik, dan sebagainya. Indonesia masih mengimpor sodium silikat guna memenuhi kebutuhan industri dalam negeri, dengan didirikannya pabrik ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan sodium silikat di Indonesia. Pabrik ini direncanakan beroperasi selama 330 hari/tahun dengan kapasitas produk sodium silikat sebesar 20.000 ton/tahun dan rencana didirikan pada tahun 2024. Bahan baku utama yang diperlukan adalah silikon dioksida dan natrium hidroksida yang diperoleh dari PT Silicaindo Makmur Sentosa dan PT Asahimas Chemicals. Pabrik akan didirikan di Desa Kohod, Kecamatan Pakuhaji Kabupaten Tangerang, Provinsi Banten dimana lokasi pabrik dekat dengan Sungai Cisadane, sehingga sumber air untuk unit utilitas berasal dari sungai tersebut. Proses yang digunakan untuk pembuatan sodium silikat adalah proses hidrotermal silikon dioksida dengan natrium hidroksida pada tekanan 27 atm dan suhu 220 °C, dimana reaktor yang digunakan adalah Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) dan reaksi bersifat endotermis (memerlukan panas). Keluaran reaktor yang sudah melalui proses ekspansi dan pemisahan dari air serta natrium hidroksida dialirkan menuju rotary dryer agar didapat produk sodium silikat berwujud padatan. Keluaran rotary dryer kemudian didinginkan dan dimasukkan ke dalam ball mill dan screen untuk dihaluskan. Produk tidak lolos screen akan di-recycle ke ball mill untuk dihaluskan kembali. Sodium silikat lolos screen akan menuju ke unit pengemasan dan disimpan dalam gudang sodium silikat.

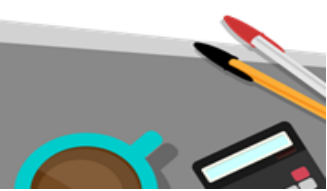
Pemasaran sodium silikat diutamakan untuk konsumsi dalam negeri. Bentuk perusahaan berupa Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi line dan staff. Sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian menurut jam kerja yang terdiri dari shift dan non-shift dengan tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 155 orang. Adapun hasil analisa ekonomi memberikan hasil investasi modal total (TCI) adalah sebesar Rp 719.730.020.016 dan diperoleh hasil penjualan yaitu sebesar Rp 1.015.106.400.000. Selain itu diperoleh juga Return of Investment (ROI) sebelum pajak sebesar 43 % dan Return of Investment (ROI) sesudah pajak sebesar 18 %. Pay Out Time (POT) sebelum pajak yaitu 2,6 tahun dan Pay Out Time (POT) sesudah pajak sebesar 3,51 tahun. Sehingga diperoleh Break Event Point (BEP) sebesar 43,6 % dan Shut Down Point (SDP) sebesar 22,03%. Berdasarkan pertimbangan hasil evaluasi tersebut, maka pabrik sodium silikat dengan kapasitas 20.000 ton/tahun ini layak untuk dikaji lebih lanjut.

Kata kunci: hidrotermal, natrium hidroksida, silikon dioksida, sodium silikat

1. Pendahuluan

Industri kimia di Indonesia saat ini sedang mengalami perkembangan terus menerus dari tahun ke tahun. Industri kimia diperkirakan mempunyai prospek pasar yang cukup baik dengan peluang investasi yang besar. Namun, banyak sektor yang masih bergantung pada impor luar negeri, sehingga diperlukan suatu usaha

untuk menanggulangi hal tersebut. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan mendirikan pabrik untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Produk-produk yang dihasilkan dari industri kimia diharapkan tidak hanya dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri saja, namun juga dapat diekspor dan menambah devisa negara. Hingga saat





ini, salah satu kebutuhan bahan kimia yang masih diimpor adalah sodium silikat. Sodium silikat memiliki rumus molekul Na_2SiO_3 . Sodium silikat banyak digunakan pada industri sabun atau deterjen, kertas, tekstil, keramik, digunakan untuk pembersihan logam, pembuatan silika gel dan lain sebagainya (Fairus dkk, 2009).

Data impor sodium silikat di Indonesia sampai tahun 2018 dapat dilihat pada **Tabel 1**

Tabel 1 Data Impor sodium silikat di Indonesia (BPS, 2019)

No.	Tahun	Jumlah (ton)	Pertumbuhan (%)
1.	2009	19.504,63	-
2.	2010	33.405,73	71,27
3.	2011	34.375,33	2,90
4.	2012	39.093,30	13,72
5.	2013	29.375,66	-24,86
6.	2014	45.664,41	55,45
7.	2015	41.614,72	-8,87
8.	2016	39.470,97	-5,15
9.	2017	36.903,04	-6,51
10.	2018	41.318,39	11,96
			10,99

Adapun data pabrik Sodium Silikat yang telah beroperasi di dunia dan dalam negeri dapat dilihat pada **Tabel 2** (Global Manufactures, 2019)

Tabel 2 Data Perusahaan Sodium Silikat

No	Negara	Kapasitas (ton/tahun)
1	China	300.000
2	China	100.000
3	India	1.000
4	Turki	20.000
5	Thailand	80.000
6	China	12.000
7	China	170.000
8	India	10.000
9	Pakistan	36.000
10	Indonesia	57.000

Dari data tersebut maka dapat diperkirakan jumlah kebutuhan Sodium Silikat pada tahun 2024 yang didapatkan dari perhitungan *discounted method* dengan rumus (Ulrich, 1984):

$$F = P (1+i)^n \quad \dots(1.1)$$

Berdasarkan hasil perhitungan dari persamaan *discounted method* dan data Sodium Silikat pada tahun 2009 sampai 2018 menunjukkan bahwa peluang kapasitas pabrik Sodium Silikat yang akan didirikan pada tahun 2024 yaitu 20.000 ton/tahun untuk memenuhi kebutuhan impor.

2. Deskripsi Proses

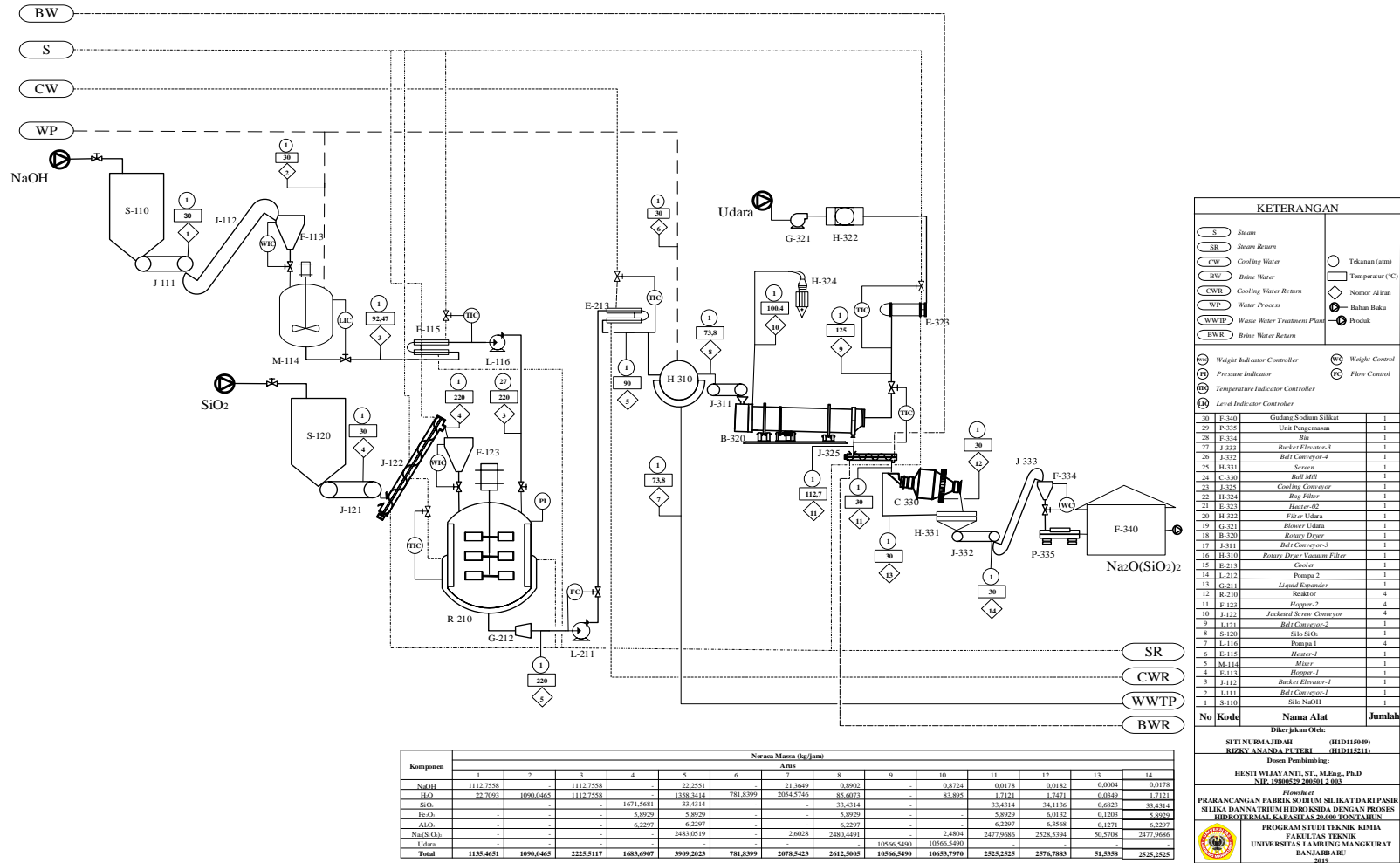
Sodium silikat dapat disintesis melalui beberapa cara dan dapat dilihat pada **Tabel 3** (Kirk dan Othmer, 1997):

Tabel 3. Karakteristik Jenis-Jenis Proses Pengolahan Sodium Silikat

Parameter	Proses	
	Baker	Hidrotermal
Kondisi operasi	1200-1450 °C, 1 atm	220 °C, 27 atm
Waktu reaksi	12-36 jam	1 jam
Konversi	96%	98%
Kemurnian	98%	98%
Alat Proses	- Menggunakan <i>furnace</i> dan <i>rotary dissolver</i> untuk membentuk produk berwujud larutan	- Menggunakan reaktor untuk membentuk produk berwujud larutan
Kekurangan	- Menghasilkan gas emisi	- Memerlukan bahan konstruksi alat yang tidak korosif terhadap NaOH



PRARANCANGAN PABRIK SODIUM SILIKAT DARI PASIR SILIKA DAN NATRIUM HIDROKSIDA DENGAN PROSES HIDROTERMAL KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN



Gambar 1. Process Flow Diagram Prarancangan Pabrik Sodium Silikat dari Pasir Silika dan Natrium Hidroksida dengan Proses Hidrotermal Kapasitas 20.000 Ton/Tahun

Proses pembuatan Sodium Silikat ini dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu :

a. Tahap Persiapan Bahan Baku

Bahan baku berupa pasir silika dan natrium hidroksida. Natrium hidroksida padat dilarutkan menggunakan air proses di dalam *mixer* sehingga konsentrasinya menjadi 50%. Kemudian arutan NaOH dipompa menuju *heater* untuk menaikkan suhu menjadi 220°C. Selanjutnya natrium hidroksida 50% akan dipompakan menuju reaktor. Pasir silika dari silo SiO₂ diumpankan ke reaktor dengan menggunakan *hopper* melalui *belt conveyor*.

b. Tahap Reaksi Pembentukan Sodium Silikat

SiO₂ dan NaOH dipompa menuju reaktor untuk direaksikan selama 1 jam. Reaksi terjadi pada tekanan 27 atm dengan suhu 220 °C. Produk keluaran reaktor masih dalam tekanan 27 atm. Sehingga harus diturunkan dahulu tekanannya menjadi 1 atm menggunakan *expander*. Selanjutnya produk diturunkan suhunya menjadi 90°C di dalam *cooler*.

c. Tahap Pemisahan Produk

Produk sodium silikat yang telah didinginkan dan berada pada tekanan ambien dimurnikan dengan *filter press* untuk memisahkan produk dari NaOH dan H₂O. Selanjutnya sodium silikat diumpankan ke dalam *rotary dryer*, produk keluaran *rotary dryer* kemudian dihaluskan di *ball mill* yang sebelumnya telah melalui *cooling conveyor* untuk didinginkan, kemudian diayak dengan *screen*. Produk yang tidak lolos dalam *screen* akan dilakukan *recycle* ke *ball mill* untuk dihaluskan kembali. Produk yang lolos dalam *screen* akan menuju ke unit pengemasan dan disimpan.

Reaksi pembentukan Sodium Silikat merupakan reaksi orde 1 dengan nilai k sebesar 1,294x10⁻² menit⁻¹ (Jendoubi, 1997) dengan konversi sebesar 98%. Adapun persamaan kecepatan reaksi adalah sebagai berikut:

$$-r_A = k \cdot C_A \quad \dots(2.1)$$

Berdasarkan perhitungan neraca massa, komposisi masuk & keluar reaktor dapat dilihat pada **Tabel 4**

Tabel 4. Neraca Massa Reaktor (R-210)

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (Kg/jam)
	Arus 3	Arus 4	Arus 5
NaOH	1112.7558	-	22.2551
H ₂ O	1112.7558	-	1358.3414
SiO ₂	-	1671.5681	33.4314
Fe ₂ O ₃	-	5.8929	5.8929
Al ₂ O ₃	-	6.2297	6.2297
Na ₂ O(SiO ₂) ₂	-	-	2483.0519
Total	2225.5117	1683.6907	3909.202338

3. Utilitas

Untuk memenuhi kebutuhan air pabrik, direncanakan menggunakan air dari sungai Cisadane. Pembangkit listrik utama pada pabrik ini menggunakan generator dan sebagian kebutuhan listrik dari PLN. Kebutuhan total utilitas yang dibutuhkan pada pabrik Sodium Silikat dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kebutuhan Utilitas Pabrik Sodium Silikat

Kebutuhan	Jumlah
Steam	1.603,3918 kg/jam
Air	23.282,5212 kg/jam
Listrik	850,575 kW
Bahan Bakar	193,789 L/jam

4. Analisis Ekonomi

Berikut adalah daftar harga bahan baku dan produk pada prarancangan pabrik Sodium Silikat

Tabel 6. Daftar Harga Bahan Baku dan Produk

Komponen	Harga (Rp/Kg)
Natrium Hidroksida	4.230
Pasir Silika	8.459
Sodium Silikat	50.755

Adapun biaya yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik Sodium Silikat dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 7. Total Biaya Pabrik Sodium Silikat

Jenis Biaya	Jumlah (Rp)
FCI	538.595.456.763
WC	143.990.048.994
TCI	719.730.020.016
TPC	803.801.255.685

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau kecil dan pabrik tersebut dapat dikategorikan layak atau tidak untuk didirikan maka dilakukan analisa atau evaluasi

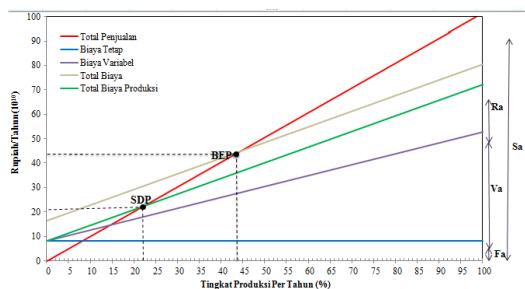


kelayakan ekonominya. Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan ekonomi antara lain adalah *Percent Profit On Sales* (POS), *Percent Return On Investment* (ROI), *Pay Out Time* (POT), *Net Present Value* (NPV), *Interest Rate of Return* (IRR), *Break Even Point* (BEP), dan *Shut Down Point* (SDP). Hasil analisa ekonomi pabrik Sodium Silikat dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 8. Analisa Ekonomi

Analisa	Nilai	Batasan	Ket
ROI	18%	Min. 11%	Layak
POT	3,5 thn	Max. 5 thn	Layak
BEP	43,6%	40-60%	Layak
SDP	32,03%	20-40%	Layak

Return On Investment (ROI) adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang dikeluarkan. *Pay Out Time* (POT) adalah waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang dicapai. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui berapa lama investasi yang telah dilakukan akan kembali. *Break Even Point* (BEP) adalah titik impas atau suatu kondisi dimana pabrik menunjukkan biaya dan penghasilan jumlahnya sama atau tidak untung dan tidak rugi. *Shut Down Point* (SDP) adalah suatu titik atau saat dimana penentuan suatu aktivitas produksi harus dihentikan karena lebih murah untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Expense* (Fa) dibandingkan harus produksi. Penyebabnya antara lain *variable cost* yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomis nya suatu aktivitas produksi atau tidak menghasilkan profit (Aries, 1955). Grafik analisa kelayakan ekonomi pabrik Sodium Silikat dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik BEP dan SDP Pabrik Sodium Silikat dengan Kapasitas 20.000 Ton/Tahun

5. Kesimpulan

Prarancangan Pabrik Sodium Silikat dari Pasir Silika dan Natrium Hidroksida 20.000 ton/tahun akan didirikan di Kabupaten Tangerang, Banten pada tahun 2024. Bentuk perusahaan yang direncanakan yaitu Perseroan Terbatas (PT) dan bentuk organisasi yaitu *line* dan staf dengan jumlah tenaga kerja yang diperlukan yaitu 155 orang. Kelayakan suatu pabrik dapat dilihat dari beberapa faktor analisa ekonomi. Dari analisa ekonomi didapatkan nilai ROI sebesar 18%, POT sebesar 3,5 tahun, BEP sebesar 43,6% dan SDP sebesar 32,03%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pabrik Sodium Silikat ini layak untuk didirikan dan dapat diteruskan ke tahap perencanaan pabrik.

Daftar Pustaka

- Aries, R.S. and Newton, R.D. 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*. New York: MC Graw Hill Book Company inc.
- Badan Pusat Statistik. 2019. *Data Ekspor Impor Sodium Silikat*.
<http://www.bps.go.id>
Diakses tanggal 24 Juli 2019
- Fairus, Sirin., Haryono, Mas H. Sugita, dan Agus Sudrajat. 2009. *Proses Pembuatan Waterglass dari Pasir Silika dengan Pelebur Natrium Hidroksida*. Jurnal Teknik Kimia Indonesia Vol. 8 No. 2: 56-62.
- Jendoubi, F., A.Omgaidi, and EL. Maaoui. 1997. *Kinetics of the Dissolution of Silica in Aqueous Sodium Hydroxide Solutions at High Pressure and Temperature*. Volume 75. The Canadian Journal.
- Kirk, K. E. and Othmer, D. F. 1997. *Encyclopedia of Chemical Technology* 4 edition, Volume 22. The Interscience Encyclopedia, John Willey and Sons, Inc. New York
- Ulrich, G. D. 1984. *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. John Wiley and Sons, Inc. New York.

