

PRA RANCANGAN PABRIK NATRIUM STEARAT DARI STEARIN DAN NATRIUM HIDROKSIDA DENGAN PROSES SAPONIFIKASI KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

Evia Salma Zaurida^{1,*}, Akhmad Saubari¹

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

*Corresponding Author: evia5005@gmail.com

Abstrak

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang memiliki banyak perkebunan kelapa sawit dan merupakan penghasil minyak sawit mentah terbesar yang merupakan bahan baku produksi natrium stearat. Permintaan akan senyawa ini terus meningkat setiap tahunnya. Rencananya, pabrik ini akan didirikan di Tarjun Kotabaru, Kalimantan Selatan dengan kapasitas 25.000 ton/tahun dengan luas 12.151 m² dan beroperasi 330 hari/tahun.

Natrium stearat adalah garam natrium dari asam lemak jenuh alami dengan rumus molekul C₁₇H₃₅COONa. Natrium stearat umumnya digunakan sebagai bahan baku pembuatan sabun, perekat, emulsifier dan bahan anti-caking pada makanan. Natrium stearat dibuat dengan mereaksikan bahan baku utama stearin dan natrium hidroksida (NaOH) menggunakan penyabunan trigliserida pada suhu reaksi 90 dan tekanan 1 atm. Stearin dan natrium hidroksida dimasukkan ke dalam reaktor (CSTR). Di dalam reaktor, reaksi berlangsung dalam fase cair-cair, yang bersifat ireversibel dan eksotermis. Reaksi yang terjadi menghasilkan produk utama adalah natrium stearat dan produk sampingnya adalah gliserol. Memurnikan produk menggunakan decanter, crystallizer, centrifuge, rotary dryer, ball mill dan screener.

Berdasarkan analisis ekonomi, pabrik natrium stearat memiliki total investasi sebesar Rp 292.405.265.052 yang dapat dikatakan layak, dengan laba atas investasi (ROI) sebelum pajak sebesar 9,79%, dan ROI setelah pajak sebesar 12,03% dengan laba bersih per tahun sebesar Rp. 34.243.350.448, . Jangka waktu pembayaran (POT) sebelum pajak 5,05 tahun dan setelah pajak 4,54 tahun. Break event point (BEP) adalah 50,18% dan shutdown point (SDP) adalah 25,45%. Dari uraian di atas, layak untuk memproduksi natrium stearat dari stearin dan NaOH melalui saponifikasi dengan kapasitas 25.000 ton/tahun.

Kata Kunci: natrium stearat, stearin, natrium hidroksida, CSTR

1. Pendahuluan

Perkembangan pembangunan industri di Indonesia semakin hari semakin meningkat. Secara khusus, perkembangan industri kimia di Indonesia semakin progresif dan meningkat baik kuantitas maupun kualitas dari tahun ke tahun, sehingga kebutuhan bahan baku dan bahan pembantu juga semakin meningkat. Kegiatan pengembangan industri kimia Indonesia untuk memperkuat kapasitas negara dalam memenuhi kebutuhan bahan kimia dalam negeri sekaligus membantu menyelesaikan masalah ketenagakerjaan.

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alam, salah satu sumber daya alam Indonesia yang dapat memenuhi kebutuhan industri kimia Indonesia dan membawa manfaat yang besar bagi kebutuhan manusia adalah minyak sawit olahan (*crude*

palm oil). Minyak sawit mentah dapat dibagi menjadi minyak sawit padat (stearin) dan minyak sawit cair (olein). Olein digunakan sebagai bahan baku untuk produksi minyak goreng. Selain digunakan sebagai bahan baku pembuatan margarin dan shortening, stearin juga dapat digunakan sebagai bahan baku industri sabun dan deterjen.

Secara ekonomis, stearin lebih cocok sebagai bahan baku produksi natrium stearat dibandingkan bahan baku lainnya. Karena selain mudah diperoleh, terjangkau dan murni stearin, tidak perlu proses pemurnian yang lama. Dengan demikian, pabrik akan dapat beroperasi dengan baik dan memenuhi kebutuhan pasar.

Natrium stearat adalah bahan sabun nabati dari kelapa dan minyak sawit, juga dikenal sebagai garam natrium, yang berasal



dari asam stearat, asam lemak alami. Saat ini, pencemaran air yang disebabkan oleh bahan pembersih seperti deterjen telah menjadi perhatian utama. Secara khusus, sabun tidak menimbulkan masalah kontaminasi yang signifikan karena merupakan garam dari asam lemak yang lebih tinggi, seperti natrium stearat (Sharma et al., 2021). Tidak hanya dalam skala rumah tangga, sabun juga penting dalam skala industri. Hal ini ditunjukkan dengan peningkatan data permintaan natrium stearat pada tahun 2021 sebesar 0,28% dibandingkan dengan 0,01% pada tahun 2020 (Badan Pusat Statistik, 2021). Oleh karena itu, pertimbangan utama di balik pendirian pabrik natrium stearat ini pada umumnya sama dengan di bidang industri kimia lainnya, yaitu pendirian pabrik yang cukup menguntungkan dari segi sosial ekonomi.

Penentuan kebutuhan Indonesia dan penentuan kapasitas pra rancangan ditentukan berdasarkan berbagai faktor seperti data statistik kebutuhan produk (natrium stearat), kapasitas pra rancangan minimum, kapasitas tersedia kapasitas produksi komersial dan bahan baku yang tersedia. Berikut data ekspor dan impor natrium stearat di Indonesia dapat dilihat pada **Tabel 1**. (Direktorat Jendral Industri Agro dan Kimia, 2018).

Tabel 1. Data Ekspor dan Impor Natrium Stearat di Indonesia

Tahun	Impor (ton/tahun)	Ekspor (ton/tahun)
2017	7.759,94	7.259,28
2018	8.898,09	4.215,85
2019	9.512,11	2.473,45
2020	9.627,39	2.697,11
2021	13.333,39	5.799,85

Berdasarkan data tersebut maka didapat perkiraan jumlah kebutuhan biodiesel pada tahun 2027 yang didapatkan dengan perhitungan *discounted method* dengan rumus (Ulrich, 1984):

$$F = P (1+i)^n$$

Keterangan:

F = Nilai kebutuhan pada tahun-2027

P = Besarnya data pada tahun sekarang (ton/tahun)

I = Kenaikan data rata-rata

n = Selisih tahun (tahun ke-n)

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, maka perancangan pabrik produksi natrium stearat pada tahun 2027 akan dibangun dengan kapasitas

25.000 ton/tahun untuk memenuhi kebutuhan natrium stearat dalam negeri dari impor dan ekspor tahun ini.

2. Deskripsi Proses

2.1 Jenis-Jenis Proses

Ada dua proses yang dapat digunakan untuk menghasilkan natrium stearat, dan perbedaan antara masing-masing dapat dilihat pada **Tabel 2**. berikut:

Tabel 2. Perbedaan Proses Pembuatan Natrium Stearat

Parameter	Saponifikasi	Netralisasi Asam Lemak
1. Aspek Teknis - Suhu (°C) - Tekanan (atm) - Konversi - Waktu reaksi	90°C 1 atm 97,5% 30 menit	Hidrolisis (240-270°C) Netralisasi (85-95°C) 1 atm 94% 90 menit
Aspek Ekonomi	Ekonomis Temperatur dan tekanan pengoperasian yang relatif lebih rendah dengan waktu reaksi yang relatif singkat, sehingga konsumsi energi lebih efisien dan desain peralatan lebih sederhana Tidak menggunakan katalis	Kurang Ekonomis Melalui dua proses untuk menghasilkan produk dengan waktu reaksi yang lebih lama Temperatur dan tekanan operasi yang lebih tinggi, sehingga diperlukan lebih banyak energi Membutuhkan peralatan tambahan seperti kolom hidrolisis, perangkat netralisasi dan membutuhkan penggunaan <i>stainless steel</i>

Sumber: ¹⁾ Kirk.Othmer, 2013

²⁾ (US Patent No. 5,990,074 B1)





Dasar pemilihan proses ditinjau dari aspek teknis dan ekonomi pada **Tabel 2.1** maka dipilih proses Saponifikasi berdasarkan:

1. Proses saponifikasi lebih efisien dan sederhana dibandingkan proses netralisasi asam lemak. Karena saponifikasi hanya membutuhkan satu jenis reaktor, sedangkan penetralan asam lemak menggunakan dua jenis reaktor.
2. Temperatur dan tekanan operasi relatif lebih rendah, sehingga konsumsi daya lebih efisien.
3. Waktu operasi yang dibutuhkan relatif singkat dibandingkan dengan netralisasi asam lemak yang melalui dua proses.
4. Rancangan peralatan proses penyabunan lebih sederhana daripada proses netralisasi asam lemak.

2.2 Uraian Proses

Proses pembuatan natrium stearat dengan proses Saponifikasi terbagi menjadi beberapa tahap berikut:

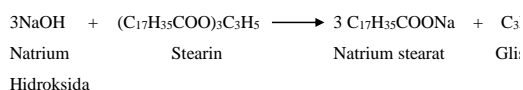
1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap reaksi Saponifikasi
3. Tahap pemisahan produk

2.2.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Natrium hidroksida (NaOH) telah disimpan di gudang bahan baku, kemudian diangkut dengan *conveyor* dan ember pengangkat, kemudian dimasukkan ke dalam *mixer* dan dilarutkan dengan air pengolahan pada suhu 30 dengan konsentrasi NaOH 50%. dan 50% air, masing-masing. Sedangkan stearin juga disimpan di gudang bahan baku yang diangkut dengan *conveyor* dan *bucket elevator* dan terlebih dahulu dimasukkan ke dalam mixer untuk dicairkan pada suhu 90°C sebelum dimasukkan ke dalam reaktor.

2.2.2 Tahap Reaksi Saponifikasi

Stearin dan larutan NaOH dipompakan ke dalam reaktor dan dipanaskan dengan *steam* pada temperatur 90°C untuk dihomogenkan dan sekaligus bereaksi membentuk Natrium stearat dan gliserol. Reaksi saponifikasi yang terjadi dalam reaktor :



2.2.3 Tahap Pemisahan Produk

Keluaran reaktor berupa campuran natrium stearat, gliserol, air, natrium oksida dan

stearin, yang kemudian dipompa ke dalam tangki pengaduk dengan ditambahkan larutan natrium klorida untuk menghilangkan kandungan gliserol yang ada dalam natrium stearat, kemudian keluaran dari tangki pengaduk dimasukkan ke dalam dekanter untuk memisahkan produk keluaran atas dan produk keluaran bawah sesuai dengan prinsip perbedaan densitas. Bagian ini akan membentuk 2 lapisan, yaitu lapisan atas dan lapisan bawah. Produk utama yang keluar dari dekanter adalah gliserol, air, larutan natrium klorida, dan natrium hidroksida. Sedangkan bagian bawah *outlet* dekanter adalah stearin, natrium stearat dan sedikit air yang dilarutkan dalam natrium stearat. *Output* yang lebih rendah dari dekanter sebagai produk utama dikirim langsung ke *crystallizer* untuk mengkristalkan produk, setelah itu dikirim ke *centrifuge* untuk memisahkan kristal dari cairan induk. *Output* dari *centrifuge* kemudian ditransfer ke sistem *rotary dryer* untuk mengeringkan produk basah. Produk kemudian dikirim ke konveyor pendingin untuk pendinginan sebelum diangkut ke *ball mill*. Produk tersebut kemudian digiling di *ball mill* dengan ukuran yang seragam, diikuti dengan penyaringan untuk menyaring ulang produk keluaran dari *ball mill*, dan kemudian diangkut ke departemen pengepakan, di mana kemudian disimpan di gudang natrium stearate.

3. Utilitas

Sumber air yang digunakan pada pabrik natrium stearat berasal dari Sungai Cantung. Jumlah air yang digunakan adalah 15,858,000 kg/jam. Kebutuhan kapasitas pembangkit disediakan oleh pembangkit listrik mekanik dengan generator sebagai cadangan energi. Persyaratan utilitas keseluruhan yang diperlukan untuk pengoperasian pabrik natrium stearat dapat dilihat pada **Tabel 3.** sebagai berikut.

Tabel 3. Kebutuhan Utilitas Pabrik Natrium Stearat

Kebutuhan	Jumlah
Steam	854,78 kg/jam
Air Pendingin	96,30 kg/jam
Listrik	762,69 kW
Bahan Bakar	136,33 L/jam

4. Analisa Ekonomi

Analisis ekonomi harus dilakukan untuk mengetahui keuntungan pabrik ini sehingga dapat diklasifikasikan layak atau tidak. Hasil analisis ekonomi pabrik biodiesel dapat dilihat



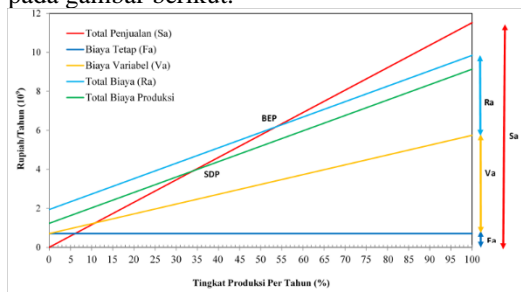
pada **Tabel 4.** sebagai berikut:

Tabel 4. Analisa Ekonomi

<u>Analisa</u>	<u>Nilai</u>	<u>Batasan</u>	<u>Keterangan</u>
ROI	12,03%	Min. 11%	Layak
POT	4,54 tahun	Max. 5 tahun	Layak
BEP	50,18%	40-60%	Layak
SDP	25,45%	20-40%	Layak

(Aries dan Newton,
1955)

Return on Investment (ROI) adalah rasio pengembalian investasi yang diterbitkan dibagi dengan pendapatan. *Payback period* (POT) adalah periode pengembalian atau *payback period* (uang atas investasi) yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Sedangkan *break event point* (BEP) adalah titik yang mewakili tingkat biaya dan pendapatan yang sama. Titik atau titik waktu suatu kegiatan produksi dihentikan disebut *shutdown point* (SDP). Penyebab SDP seringkali adalah biaya variabel yang terlalu tinggi dan keputusan manajemen yang dihasilkan dari operasi produksi yang tidak menguntungkan (*unprofitable*). Grafik analisis kelayakan ekonomi pabrik natrium stearat dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2. Grafik BEP dan SDP

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan perancangan pabrik natrium stearat dengan proses saponifikasi, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan peningkatan permintaan natrium stearat, direncanakan pabrik menghasilkan natrium stearat dengan kapasitas 25.000 ton /tahun untuk memenuhi kebutuhan nasional.
2. Berdasarkan sumber bahan baku, pemasaran bahan baku dan pertimbangan lingkungan, ada rencana untuk mendirikan pabrik di wilayah Tarjun, Kotabaru, Kalimantan Selatan.
3. Hasil evaluasi ekonomi pabrik natrium stearat dengan kapasitas 25.000 ton/tahun adalah

sebagai berikut:

- Rata-rata keuntungan sebelum pajak : Rp 24.932.161.908
- Rata-rata keuntungan setelah pajak : Rp 30.641.039.296
- ROI (*Return Of Infestment*) sebelum pajak : 9,79 %
- ROI (*Return Of Infestment*) setelah pajak : 12,03 %
- POT (*Pay Out Time*) sebelum pajak : 5,05 tahun
- POT (*Pay Out Time*) setelah pajak : 4,54 tahun
- BEP (*Break Even Point*) : 50,18 %
- SDP (*Shut Down Point*) : 25,45 %

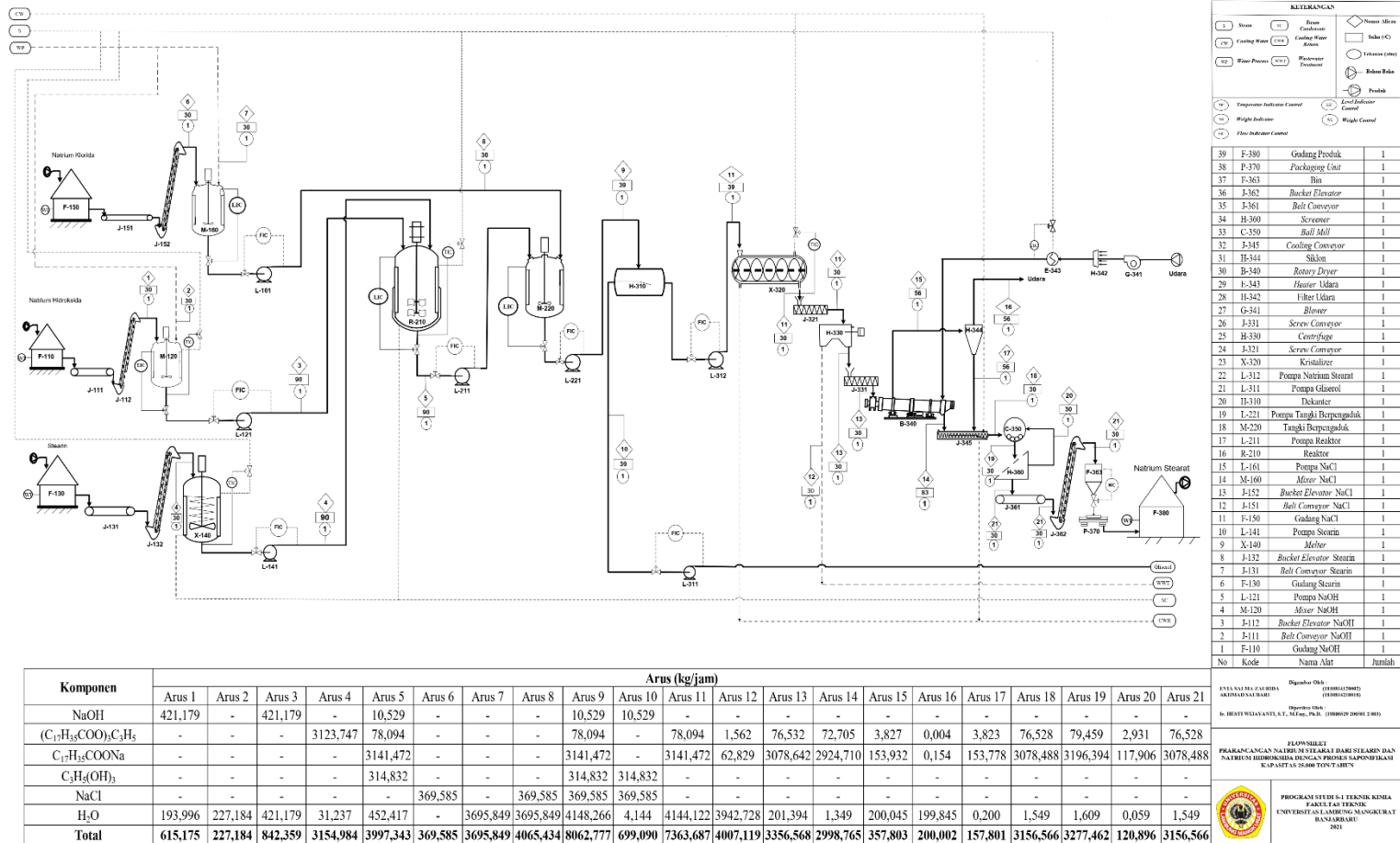
Dari analisis hasil ekonomi di atas, dapat disimpulkan bahwa desain pabrik natrium stearat dari stearin dan natrium hidroksida dengan kapasitas saponifikasi 25.000 ton/tahun perlu dipertimbangkan kembali untuk didirikan.

Daftar Pustaka

- Direktorat Jendral Industri Agro dan Kimia. (2018): *Statistik Industri Kimia Indonesia*. Sekretariat Direktorat Jendral Industri Agro dan Kimia. Jakarta.
- Othmer, Kirk. a. (2013): *Chemical Technology of Cosmetics*. John Willey and Sons. Canada.
- Patent, US. (1999): *PROCESS TO MAKE SOAP*.
- Sharma, R. K., Anju Srivastava (2021): *Handbook of Water Purity and Quality*. Academic Press United Kingdom.
- Statistik, B. P. (2021): *Data Ekspor-Import Indonesia*.
- Ulrich, G.D. (1984): *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. John Willey and Sons : New York.



PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRARANCANGAN PABRIK NATRIUM STEARAT DARI STEARIN DAN NATRIUM HIDROKSIDA DENGAN PROSES
SAPONIFIKASI KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN



Gambar 3. Diagram Alir Proses Perancangan Pabrik Natrium Stearat dari Stearin dan Natrium Hidroksida dengan Proses Saponifikasi Kapasitas 25.000 Ton/Tahun