

# PRARANCANGAN PABRIK *SODIUM LINEAR ALKYL*BENZENE SULFONATE DARI *LINEAR ALKYL*BENZENE DAN CAUSTIC SODA DENGAN PROSES SULFONASI OLEUM 20% KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

Pebrina Salsabila\*<sup>1</sup>, Trifani Risnayanti<sup>2</sup>

Program Studi S-1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

Jln. A. Yani KM 35, Kampus ULM Banjarbaru, Kalimantan Selatan

\*Corresponding Author: salsabilapebrina@gmail.com

## ABSTRAK

*Sodium Linear Alkylbenzene Sulfonate* atau (NaLAS) merupakan salah satu bahan surfaktan anionik. NaLAS dalam bidang industri banyak digunakan sebagai bahan aktif pembuatan detergen sintesis, selain itu juga banyak digunakan sebagai bahan baku sabun, pembersih lantai, peralatan rumah tangga, kosmetik dan keperluan industri lainnya. NaLAS merupakan surfaktan yang paling banyak digunakan untuk pembuatan deterjen saat ini, karena merupakan surfaktan yang bersifat biodegradable atau mudah terurai sehingga lebih aman digunakan serta ramah terhadap lingkungan. Pabrik ini direncanakan akan didirikan pada tahun 2026 dengan kapasitas 40.000 ton/tahun. NaLAS dengan rumus  $C_{12}H_{25}C_6H_4-SO_3Na$  merupakan senyawa hasil reaksi antara *Linear Alkylbenzene* ( $C_{12}H_{25}C_6H_5$ ) dengan oleum 20% ( $H_2SO_4 \cdot SO_3$ ) di dalam suatu reaktor tangki berpengaduk (RTB). Proses pembuatan NaLAS melalui tiga tahap, yaitu tahap sulfonasi, tahap pemisahan dan tahap netralisasi. Reaksi sulfonasi mencapai tingkat konversi sebesar 99% dimana rasio LAB dengan oleum 20% yaitu 1:1,25 serta beroperasi pada suhu 46°C. Reaksi sulfonasi menghasilkan LAS yang belum dinetralisasi. Hasil samping dari LAS berupa asam sulfat yang kemudian dipisahkan menggunakan dekanter. Asam sulfat yang masih ada di dalam LAS dinetralkan dengan larutan caustic soda (NaOH 20%) sehingga membentuk produk NaLAS. Reaksi netralisasi yang bersifat eksotermis menggunakan pendingin untuk menjaga suhu reaksi pada 55°C dan tekanan konstan 1 atm. Produk dari netralizer dimasukkan ke dalam evaporator untuk mengurangi kandungan air dalam produk. Pabrik NaLAS berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi line and staff. Tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 160 orang. Berdasarkan analisa ekonomi diperoleh Return of Investment (ROI) sebelum pajak yaitu sebesar 40,85 % dan Return of Investment (ROI) setelah pajak sebesar 26,55 %. Pay Out Time (POT) sebelum pajak yaitu 1,97 tahun dan Pay Out Time (POT) setelah pajak sebesar 2,7 tahun. Sehingga didapatkan nilai Break Event Point (BEP) yaitu sebesar 50,00% dan Shut Down Point (SDP) sebesar 24,83%. Berdasarkan pertimbangan hasil analisa ekonomi tersebut, maka pabrik NaLAS dengan kapasitas 40.000 ton/tahun memungkinkan untuk dilanjutkan ke tahap perancangan.

**Kata Kunci:** NaLAS, LAB, oleum, sulfonasi, netralisasi.

## 1. Pendahuluan

Indonesia saat ini sedang berkembang di semua sektor, termasuk sektor industri. Salah satu industri yang mempunyai peranan penting adalah industri petrokimia dimana produk yang sangat populer yaitu detergen. *Sodium Linear Alkylbenzene Sulfonate* merupakan salah satu surfaktan anionik yang berwujud cair dengan rumus molekul  $C_{12}H_{25}C_6H_4SO_3Na$  yang digunakan sebagai bahan baku utama pada industri detergen. *Linear alkylbenzene* biasanya digunakan sebagai bahan baku utama dalam

pembuatan pembuatan *Sodium Linear Alkylbenzene Sulfonate*. *Alkylbenzene* disulfonasi menggunakan asam sulfat, oleum atau  $SO_3$  gas. *Sodium Linear Alkylbenzene Sulfonate* diperoleh dengan variasi proses yang berbeda pada bahan yang aktif, bebas asam, warna maupun viskositas (Verge et al., 2001).

Prarancangan pabrik *Sodium Linear Alkylbenzene Sulfonate* ini direncanakan dengan pertimbangan untuk memenuhi kebutuhan didalam negeri dan mengurangi ketergantungan impor *Sodium Linear Alkylbenzene Sulfonate*. Penentuan kapasitas produksi suatu industri perlu



memperhatikan dari segi teknis, finansial, ekonomis, dan kapasitas minimal. Berdasarkan data ekspor dan impor *Sodium Linear Alkylbenzene Sulfonate* yang dirilis oleh Kemenperin sejak tahun 2015 sampai 2020 disajikan pada Tabel 1. Sebagai berikut.

**Tabel 1.** Data Ekspor dan Impor *Sodium Linear Alkylbenzene Sulfonate* (Kemenperin, 2020)

Tahun	Impor (ton)	Pertumbuhan Impor (%)	Ekspor (ton)	Pertumbuhan Ekspor (%)
2015	60.232	0	12.691	0
2016	61.168	1,554	13.459	6,052
2017	62.347	1,927	15.215	13,047
2018	63.562	1,949	16.257	6,849
2019	64.734	1,844	17.322	6,551
2020	65.612	1,356	17.861	3,112
Total	377.655	8,63	92.805	35,611
Rata-rata		7,122		1,726

Berdasarkan data tersebut maka dapat diperkirakan kapasitas produksi, ekspor, impor dan konsumsi *Sodium Linear Alkylbenzene Sulfonate* pada tahun 2026 yang dihitung menggunakan metode *discounted* (Ulrich, 1984).

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

Keterangan:

$C_y$  = *Estimate capacity* (kapasitas perkiraan)

$P$  = *Ricent capacity* (kapasitas sekarang)

$i$  = *Growth rate* (rata-rata pertumbuhan %)

$n$  = *Year* (tahun ke- dari sekarang)

Hasil perhitungan *discounted method*, diperoleh peluang kapasitas produksi *Sodium Linear Alkylbenzene Sulfonate* di Indonesia pada tahun 2026 adalah sebesar 40.000 ton/tahun.

## 2. Deskripsi Proses

### 2.1 Jenis-Jenis Proses

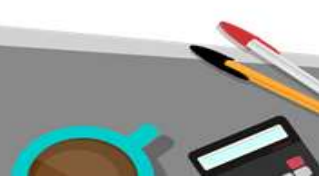
Terdapat tiga proses yang dapat digunakan dalam memproduksi *Sodium Linear Alkylbenzene Sulfonate*, dan untuk perbedaan masing-masing proses dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Pemilihan Proses Pembuatan *Sodium Linear Alkylbenzene Sulfonate*

Keterangan	Proses Sulfonasi		
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Gas SO <sub>3</sub>	Oleum 20%
Reaktor	RTB	Gelembung	RTB
Waktu	±3,5 jam	15-30 menit	1,5 – 2 jam
Temperatur	0-50 °C	50 °C	38-60 °C
Tekanan	1 atm	1,5 atm	1 atm
Laju reaksi	Lebih lambat	Cepat	Lebih cepat
Proses	<i>Batch</i>	Kontinu atau <i>batch</i>	<i>Batch</i>
<i>Sulfonating agent</i>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	SO <sub>3</sub> uap	Oleum 20%
Peralatan	Rumit	Rumit	Sederhana
Hasil samping	H <sub>2</sub> O	-	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Katalis	-	Katalis V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-
Biaya Produksi	Lebih mahal lebih banyak	Lebih mahal dan kondisi operasi yang tinggi serta energi yang digunakan lebih besar	Lebih murah dalam reaksi
Konversi	98%	99%	99%

Dari tinjauan proses pembuatan *Sodium Linear Alkylbenzene Sulfonate* pada Tabel 2. maka dapat dipilih proses sulfonasi menggunakan oleum 20% sebagai *sulfonating agent*. Alasan pemilihan proses tersebut yaitu :

- Kondisi operasi pada reaksi sulfonasi ini berlangsung pada suhu rendah dan tekanan atmosferis, sehingga penanganannya lebih mudah dan energi yang dibutuhkan cukup kecil.
- Menggunakan proses *batch* dan peralatan yang lebih ekonomis, tidak memerlukan katalis serta konversi reaksi yang dihasilkan cukup besar.
- Menghasilkan produk samping berupa H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang dapat dijual dipasaran sehingga bernilai ekonomis.



## 2.2 Uraian Proses

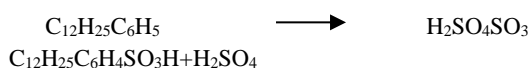
Proses pembuatan *Sodium Linear Alkybenzene Sulfonate* dibagi menjadi beberapa tahapan proses yaitu sebagai berikut.

### 1. Tahap Persiapan Bahan Baku

Bahan baku proses untuk pembuatan *Sodium Linear Alkybenzene Sulfonate* yaitu *Linear Alkybenzene* dan *Oleum 20%* disimpan di dalam suatu tangki penyimpanan. Tangki Penyimpanan LAB (F-110) dan tangki penyimpanan oleum (F-120) digunakan untuk mengatur kestabilan laju alir bahan yang akan masuk ke dalam reaktor tangki berpengaduk (R-210) dengan waktu penyimpanan selama 30 hari, temperatur 30°C dan tekanan 1 atm. Bahan baku *Linear Alkybenzene* dan *Oleum 20%* dipompa dan dinaikkan suhunya dengan media pemanas berupa *heater* (E-211 dan E-212) sehingga suhu naik menjadi 46°C. Suhu penyimpanan bahan baku diasumsikan berdasarkan suhu kota Tangerang yaitu 30°C (BMKG), sedangkan suhu referensi yang digunakan yaitu 25°C.

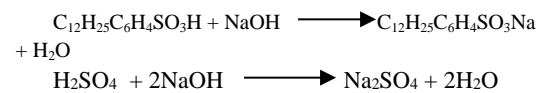
### 2. Tahap Proses (Sulfonasi, Pemisahan dan Netralisasi)

Reaktor yang digunakan pada proses sulfonasi adalah Reaktor Tangki Berpengaduk (R-210) yang bekerja pada kondisi isothermal pada suhu 46°C dan tekanan 1 atm (Groggins, 1958). Reaksi yang terjadi adalah :



Reaksi antara *Linear Alkybenzene* dengan *Oleum 20%* memiliki sifat eksotermis dan tidak dapat balik atau *irreversible*, sehingga suhu di dalam reaksi perlu dipertahankan agar tidak berubah. Oleh sebab itu, reaktor harus dilengkapi dengan sebuah pendingin yang bertujuan untuk menjaga suhu tetap konstan. Reaksi yang terjadi menghasilkan konversi 99% *Linear Alkybenzene* tersulfonasi. Produk keluaran dari reaktor (R-210) berupa *Linear Alkybenzene Sulfonate* dimasukkan ke dalam *mixer* (M-214) dan ditambahkan air untuk mengencerkan asam sulfat yang terkandung dalam produk. Pengenceran bertujuan untuk memudahkan pemisahan antara produk dengan asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) dalam dekanter (H-311). Asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) yang terkandung dalam produk

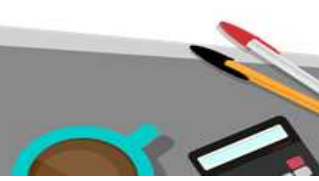
dipisahkan dalam dekanter (H-317) untuk dijadikan sebagai produk samping. Asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) yang telah terpisah digunakan sebagai produk samping, sedangkan *Linear Alkybenzene Sulfonate* kemudian dialirkan melalui pompa menuju *netralizer* (R-310) untuk dinetralkan kandungan asamnya. Dalam *netralizer* (R-310) terjadi proses netralisasi yaitu reaksi antara *Linear Alkybenzene Sulfonate* dengan *caustic soda* ( $\text{NaOH}$ ) 20% membentuk *Sodium Linear Alkybenzene Sulfonate* (NaLAS) pada suhu 55°C dan tekanan 1 atm (Groggins, 1958). Proses netralisasi bersifat eksotermis dan bersifat isothermal maka suhu reaksi harus dipertahankan agar tidak berubah. Reaksi yang terjadi:



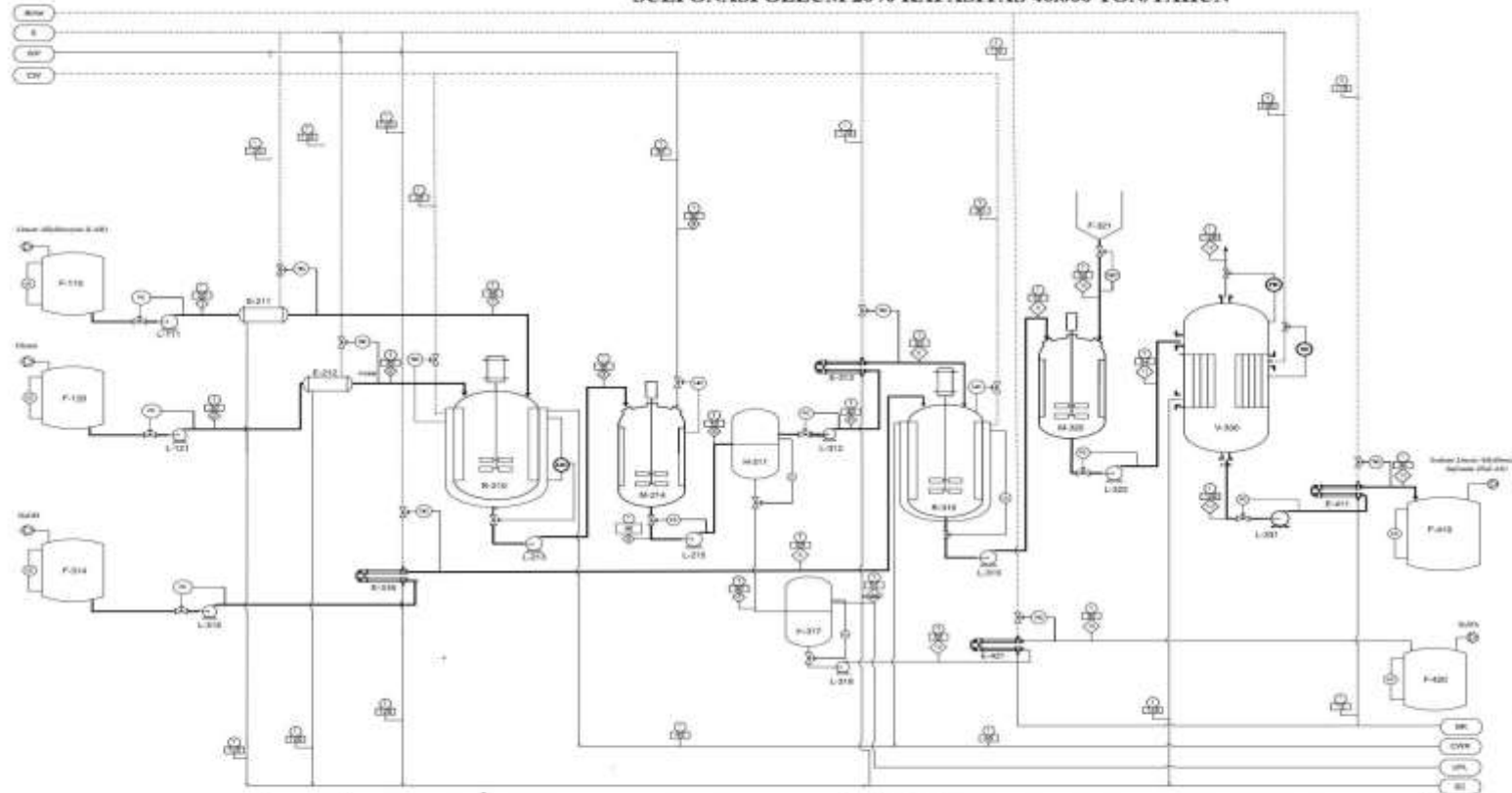
Hasil dari *netralizer* (R-310) masuk ke dalam *mixer* (M-320) untuk ditambahkan bahan *building* yaitu  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$  dan  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  untuk selanjutnya diumpungkan ke evaporator (V-330).

### 3. Tahap Pemurnian

*Sodium Linear Alkybenzene Sulfonate* yang telah melalui proses netralisasi kemudian dialirkan ke *evaporator* (V-330) untuk memisahkan air yang terkandung dalam larutan *Sodium Linear Alkybenzene Sulfonate*. Air dan larutan *Sodium Linear Alkybenzene Sulfonate* dipisahkan didalam evaporator (V-330) berdasarkan perbedaan titik didih. Kondisi operasi evaporator (V-330) terjadi pada temperatur 100°C dan tekanan 1 atm (Groggins, 1958). Pemekatan *Sodium Linear Alkybenzene Sulfonate* dilakukan dengan cara memisahkan air yang terkandung di dalam produk *Sodium Linear Alkybenzene Sulfonate*. Kemudian diperoleh produk akhir yaitu *Sodium Linear Alkybenzene Sulfonate* (NaLAS) yang keluar dari evaporator (V-330) dengan kemurnian 85%. Sebelum dialirkan ke tangki penyimpanan produk (F-410), produk *Sodium Linear Alkybenzene Sulfonate* terlebih dahulu didinginkan dengan *cooler* (E-411) sehingga temperatur menjadi 30°C. Sedangkan produk samping  $\text{H}_2\text{SO}_4$  yang telah dipisahkan di dekanter (H-317) didinginkan menggunakan *cooler* (E-421) dan dialirkan ke tangki penyimpanan (F-420).



**DIAGRAM ALIR PROSES**  
**PRARANCANGAN PABRIK SODIUM LINEAR ALKYL BENZENE SULFONATE (NaLAS) DARI LINEAR ALKYL BENZENE DAN CAUSTIC SODA DENGAN PROSES**  
**SULFONASI OLEUM 20% KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN**



KETERANGAN			
CTD	Control Valve	RV	Relief Valve
WP	Water Pumps	○	Steam Lines
APW	Acid Water	□	Superheated Steam
S	Steam	◇	Water Lines
WC	Water Condenser	○	Non-Metallic
CC	Heat Exchanger Control	○	Flange
CCV	Control Valve Control	○	Pressure Indicator Control
CV	Control Valve	○	Flow Indicator Control
CCV	Control Valve Control	○	Flow Control
WC	Water Control		

ID	DESCRIPTION	UNIT
01	CONDENSER	1
02	CONDENSER	2
03	CONDENSER	3
04	CONDENSER	4
05	CONDENSER	5
06	CONDENSER	6
07	CONDENSER	7
08	CONDENSER	8
09	CONDENSER	9
10	CONDENSER	10
11	CONDENSER	11
12	CONDENSER	12
13	CONDENSER	13
14	CONDENSER	14
15	CONDENSER	15
16	CONDENSER	16
17	CONDENSER	17
18	CONDENSER	18
19	CONDENSER	19
20	CONDENSER	20
21	CONDENSER	21
22	CONDENSER	22
23	CONDENSER	23
24	CONDENSER	24
25	CONDENSER	25
26	CONDENSER	26
27	CONDENSER	27
28	CONDENSER	28
29	CONDENSER	29
30	CONDENSER	30
31	CONDENSER	31
32	CONDENSER	32
33	CONDENSER	33
34	CONDENSER	34
35	CONDENSER	35
36	CONDENSER	36
37	CONDENSER	37
38	CONDENSER	38
39	CONDENSER	39
40	CONDENSER	40
41	CONDENSER	41
42	CONDENSER	42
43	CONDENSER	43
44	CONDENSER	44
45	CONDENSER	45
46	CONDENSER	46
47	CONDENSER	47
48	CONDENSER	48
49	CONDENSER	49
50	CONDENSER	50
51	CONDENSER	51
52	CONDENSER	52
53	CONDENSER	53
54	CONDENSER	54
55	CONDENSER	55
56	CONDENSER	56
57	CONDENSER	57
58	CONDENSER	58
59	CONDENSER	59
60	CONDENSER	60
61	CONDENSER	61
62	CONDENSER	62
63	CONDENSER	63
64	CONDENSER	64
65	CONDENSER	65
66	CONDENSER	66
67	CONDENSER	67
68	CONDENSER	68
69	CONDENSER	69
70	CONDENSER	70
71	CONDENSER	71
72	CONDENSER	72
73	CONDENSER	73
74	CONDENSER	74
75	CONDENSER	75
76	CONDENSER	76
77	CONDENSER	77
78	CONDENSER	78
79	CONDENSER	79
80	CONDENSER	80
81	CONDENSER	81
82	CONDENSER	82
83	CONDENSER	83
84	CONDENSER	84
85	CONDENSER	85
86	CONDENSER	86
87	CONDENSER	87
88	CONDENSER	88
89	CONDENSER	89
90	CONDENSER	90
91	CONDENSER	91
92	CONDENSER	92
93	CONDENSER	93
94	CONDENSER	94
95	CONDENSER	95
96	CONDENSER	96
97	CONDENSER	97
98	CONDENSER	98
99	CONDENSER	99
100	CONDENSER	100

DESCRIPTION	UNIT
CONDENSER	1
CONDENSER	2
CONDENSER	3
CONDENSER	4
CONDENSER	5
CONDENSER	6
CONDENSER	7
CONDENSER	8
CONDENSER	9
CONDENSER	10
CONDENSER	11
CONDENSER	12
CONDENSER	13
CONDENSER	14
CONDENSER	15
CONDENSER	16
CONDENSER	17
CONDENSER	18
CONDENSER	19
CONDENSER	20
CONDENSER	21
CONDENSER	22
CONDENSER	23
CONDENSER	24
CONDENSER	25
CONDENSER	26
CONDENSER	27
CONDENSER	28
CONDENSER	29
CONDENSER	30
CONDENSER	31
CONDENSER	32
CONDENSER	33
CONDENSER	34
CONDENSER	35
CONDENSER	36
CONDENSER	37
CONDENSER	38
CONDENSER	39
CONDENSER	40
CONDENSER	41
CONDENSER	42
CONDENSER	43
CONDENSER	44
CONDENSER	45
CONDENSER	46
CONDENSER	47
CONDENSER	48
CONDENSER	49
CONDENSER	50
CONDENSER	51
CONDENSER	52
CONDENSER	53
CONDENSER	54
CONDENSER	55
CONDENSER	56
CONDENSER	57
CONDENSER	58
CONDENSER	59
CONDENSER	60
CONDENSER	61
CONDENSER	62
CONDENSER	63
CONDENSER	64
CONDENSER	65
CONDENSER	66
CONDENSER	67
CONDENSER	68
CONDENSER	69
CONDENSER	70
CONDENSER	71
CONDENSER	72
CONDENSER	73
CONDENSER	74
CONDENSER	75
CONDENSER	76
CONDENSER	77
CONDENSER	78
CONDENSER	79
CONDENSER	80
CONDENSER	81
CONDENSER	82
CONDENSER	83
CONDENSER	84
CONDENSER	85
CONDENSER	86
CONDENSER	87
CONDENSER	88
CONDENSER	89
CONDENSER	90
CONDENSER	91
CONDENSER	92
CONDENSER	93
CONDENSER	94
CONDENSER	95
CONDENSER	96
CONDENSER	97
CONDENSER	98
CONDENSER	99
CONDENSER	100

Gambar 1. Process Flow Diagram



### 3. Utilitas

Sumber air yang digunakan pada pabrik *Sodium Linear Alkylbenzene Sulfonate* diperoleh dari sungai Cisadane. Air yang digunakan adalah sebesar 76.119,2014 kg/jam. Kebutuhan listrik pabrik disuplai oleh PT. PLN Persero Tangerang dengan generator sebagai cadangan energi. Keperluan keseluruhan utilitas yang diperlukan untuk beroperasinya pabrik *Sodium Linear Alkylbenzene Sulfonate* dapat dilihat pada Tabel 3. sebagai berikut :

**Tabel 3.** Kebutuhan Utilitas Pabrik pabrik *Sodium Linear Alkylbenzene Sulfonate*

Kebutuhan	Jumlah
Steam	3.363,5509 kg/jam
Air Pendingin	69.491,8405 kg/jam
Listrik	776,1540 kW
Bahan Bakar	217,9854 L/jam

### 4. Analisa Ekonomi

Analisa ekonomi perlu dilakukan untuk mengetahui berapa besar keuntungan yang diperoleh pabrik sehingga bisa dikategorikan layak atau tidak layak untuk didirikan. Adapun hasil analisis ekonom pabrik *Sodium Linear Alkylbenzene Sulfonate* dapat dilihat pada Tabel 4. yaitu sebagai berikut:

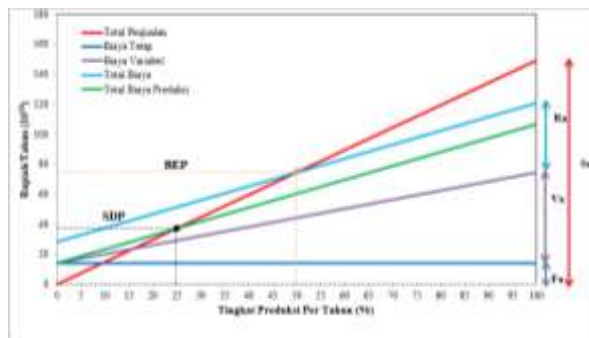
**Tabel 4.** Analisa Ekonomi

Analisa	Nilai	Batasan	Keterangan
ROI	26,55%	Min. 11%	Layak
POT	2,7 tahun	Max. 5	Layak
BEP	50,00%	40-60%	Layak
SDP	24,83%	20-40%	Layak

(Aries dan Newton, 1955)

*Return on Investment (ROI)* merupakan tingkat laba yang diperoleh dari investasi yang dikeluarkan dibagi dengan pendapatan. *PayOut Time (POT)* yaitu *payback periode* atau waktu pengembalian modal (uang investasi) yang dihasilkan berdasarkan profit yang dicapai. *Break Even Point (BEP)* merupakan titik yang menunjukkan tingkat biaya dan penghasilan sama. Sedangkan *Shut Down Point (SDP)* merupakan titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Penyebab terjadinya SDP umumnya karena *variable cost* yang terlalu tinggi dan keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi atau tidak menghasilkan laba. Grafik analisa kelayakan ekonomi pabrik *Sodium Linear*

*Alkylbenzene Sulfonate* dapat dilihat pada gambar berikut :



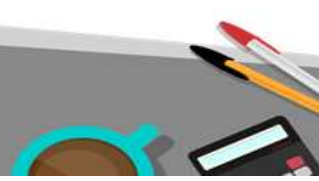
**Gambar 2.** GrafikiBEP danSDP Pabrik *Sodium Linear Alkylbenzene Sulfonate* Kapasitas 40.000 ton/tahun

### 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa teknis dan ekonomis pada Prarancangan Pabrik *Sodium Linear Alkylbenzene Sulfonate* dari *Linear Alkylbenzene* dan *Caustic Soda* dengan Proses Sulfonasi Oleum 20% Kapasitas 40.000 ton/tahun, maka dapat diambil kesimpulan bahwa pabrik akan didirikan di daerah Panunggan Utara, Kecamatan Pinang, Kota Tangerang, Banten pada tahun 2026 dengan kapasitas 40.000 ton/tahun. Bentuk hukum perusahaan berbentuk PT atau Perseroan Terbatas sedangkan bentuk organisasi berupa garis (*lines*) dan *staff*. Adapun total tenaga kerja yang dibutuhkan sebesar 160 orang. Dari evaluasi ekonomi didapatkan nilai ROI sebesar 26,55% dan POT sebesar 2,7 tahun. Kemudian diperoleh BEP sebesar 50% dan SDP sebesar 24,83% sehingga berdasarkan hasil analisa yang didapat bahwa pabrik *Sodium Linear Alkylbenzene Sulfonate* ini layak untuk didirikan di Indonesia.

### Daftar Pustaka

BMKG. 2021. *Suhu Kota Tangerang*. <http://www.bmkg.go.id>  
Diakses pada tanggal 02 Februari 2021.  
Brown, G. G et all. 1950. *Unit Operations*. New York : John Wiley & Sons, Inc.  
Brownell, Llyod E and Edwin H.Y. 1959. *Process Equipment Design*. New York: John Wiley & Sons, Inc.  
Coulson, J.M and J. F Richardson. 1999. *Chemical Engineering Design Volume 6*.





- Department of Chemical Engineering:  
Butterworth-Heinemann.
- Daley, W. D. & Jaffe, J. 1987. *Production of sulfur trioxide, sulfuric acid and oleum*. Google Patents.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2002. *Standar Kualitas Air Bersih*.
- Faith W.L Keyes D.B and Chark R.L, 1986. *Industry Chemical, 2th edition*, Jhon Willey & Sons, Inc: New York.
- Genaro, R. A. 1990. *Remington's Pharmaceutical Science 18th ed*. Macle Printing Company, Easton-Pennsilva: USA.
- Geankoplis, Christie John. 2003. *Transport Processes and Unit Operation Third Edition*. New Jersey: Prentice Hall.
- Gordon, M, Fair, 1968, *Water and Waste Water Engineering vol 2*, John Willey & Sons Inc, New York.
- Grayson M, 1983. *Kirk-Othmer encyclopedia of chemica technology*. 3rd. Wiley Interscience: New York.
- Groggins, P.H. 1958. *Unit Processes in Organics Synthesis*, 5th ed. Mc Graw Hill Book Co., Inc: New York.
- Herawan,T. 1998. *Biosurfaktan: Aplikasi dan Peluang Minyak Sawit sebagai Bahan Bakunya*. Warta pusat penelitian kelapa sawit. 6(2): 83-92.
- Hesse, H.C. 1945. *Process Equipment Design*. D. Van Nostrand Company, Inc: New Jersey.
- Himmeblau, David M and James B.Riggs. 2004. *Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering Seventh Edition*. New Jersey: Prentice Hall.
- Jatmika, A. 1998. *Aplikasi Enzim Lipase dalam Pengolahan Minyak Sawit dan Minyak Inti Sawit Untuk Produk Pangan*. Warta Pusat Penelitian Kelapa Sawit, 6 (1) : 31 - 37.
- Joshi, M.V. 1979. *Process Equipment Design*. National Book Trust.
- Kadirun, A. 2010. *Prarancangan Pabrik Pembuatan Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS) dan Linear Alkylbenzene (LAB) dengan Proses Sulfonasi Kapasitas 85.000 ton/tahun*.  
Repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/17509/4/chapter 20%II.pdf.
- Diakses pada tanggal 08 Februari 2021.
- Kementrian Perindustrian. 2020. *Konsumsi dan Penguasaan Pasar Dalam Negeri*.  
<http://bim.kemenerin.go.id/bim2020/profil2020/#/48>  
diakses pada tanggal 04 Februari 2021
- Kent, J.A., 2007. *Riegel's Handbook of industrial Chemistry, 7th edition*. Litton Educational Publishing, Inc: USA.
- Kern, D.Q. 1965. *Process Heat Transfer*. New York: Mc.Graw Hill.
- Kirk, K. E. and Othmer, D. F. 1981. *Encyclopedia of Chemical Technology 3 edition, Volume 9*. The Interscience Encyclopedia, John Willey and Sons, Inc: New York.
- Kirk, R. E and Othmer, D. F. 1998 *Chemical Engineering Encyclopedia Volume 04 Fourth Edition pdf*. New York: John Wiley and Sons Inc.  
<http://www.watcheworld.narod.ru/>
- Kurt, C., And J. Bittner. 2005. Sodium Hydroxide. *In Ullmann's Encyclopedia Of Industrial Chemistry*. Willey Online Library: Bayer Material Science AG, Leverkusen, Germany, 1-12.
- Lozowski, Dorothy.2015. *Economic-Indicator and Chemical Engineering Plant Cost Index*. <http://www.chemengonline.com/>  
diakses pada tanggal 1 November 2016
- McCabe, W.L., dkk. 1993. *Unit Operations of Chemical Engineering*, 5th ed Singapore: McGraw-Hill, Inc.
- Moscow Power Engineering. 2013. *Thermodynamic Properties of Inorganic Substances*. <http://www.trie.ru>.  
diakses pada tanggal 2 Juli 2016
- Oxtoby, D. W. Gillins, H. P., Nachtrieb, N.H. 2001. *Prinsip-Prinsip Dasar Kimia Modern Edisi ke-4 Jilid 1*. Erlangga: Jakarta.
- P. Siagian, Sondang. 2002. *Kepemimpinan Organisasi & Perilaku Administrasi*. Gunung Agung: Jakarta.
- Perry, R.H. 1984. *Perry's Chemical Engineers' Handbook 6 ed.*, Mc.Graw Hill Book Company Inc: New York.
- Peters, M.S., and Timmerhaus, K.D. 1991. *Plant Design and Economics for Chemical*



- Engineers, 4th ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc: New York.
- PT. Ashahimas chemical. 2019. *Profil Perusahaan*. <http://www.asc.co.id/> diakses pada tanggal 05 Februari 2021
- PT. Indonesian Acid Industry. 2019. *Profil Perusahaan*. [http://www.indoacid.com/ind/inside\\_us\\_i.htm](http://www.indoacid.com/ind/inside_us_i.htm) diakses pada tanggal 05 Februari 2021
- PT. Sinar Antjol. 2019. *Linear Alkylbenzene Sulfonate*. <http://sinarantjol.com/product/labs/> Diakses pada tanggal 05 Februari 2021
- PT. Unggul Indah Cahaya. 2019. *Corporate Profile*. <http://www.uic.co.id/> diakses pada tanggal 05 Februari 2021
- Rase, H.F. 1961. *Chemical Reactor Design for Process Plant*, 1<sup>th</sup>ed. U.S.A: John Wiley and Sons, Inc.
- Rieger MM. 1985. *Surfactant in Cosmetics. Surfactant Science Series*. New York : Marcel Dekker, Inc.
- Roberts DW. 1998. *Sulfonation Technology for Anionic Surfactant Manufacture*. Organic Process Research & Development. 2:194-202.
- Schongut, Marek et al. 2011. *Kinetics of Dry Neutralization of Dodecylbenzene Sulfonic Acid with Respect to Detergent Granulation*. Institute of Chemical Technology Prague: Czech Republic.
- Sciencelab. 2019. *Safety Data Sheet Sodium Metasilicate* [Online]. Available: [www.sciencelab.com](http://www.sciencelab.com) [Accessed 7 Februari 2021].
- Sciencelab. 2019. *Safety Data Sheet Sodium Tripolyphosphate* [Online]. Available: [www.sciencelab.com](http://www.sciencelab.com) [Accessed 7 Februari 2021].
- Schönkaes, U. 1998. *LAS-A Modern Classic Surfactant*. *Chimica Oggi*: 9-13.
- Schweiltzer, P.A., 1979. *Hanbook of Separation Technique for Chemical Engineer*. Mc Graw Hill Book Co., Inc: New York.
- Silla, Harry. 2003. *Chemical Process Engineer Design and Economics*. Marcel Dekker: New York.
- Smith, J.M, H.C Van Ness and M.M Abbott. 2005. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics Seventh Edition*. New York: Mc Graw Hill.
- Supriningsih, Dwi. 2010. *Pembuatan Metil Ester Sulfonat (MES) Sebagai Surfaktan untuk EOR*. Tesis. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Sutarto. 2002. *Dasar-dasar Organisasi*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Swasono, Anastasia Wulan Pratidina, Putri Dei Elvarosa Sianturi dan Zuhrina Masyithah. 2012. *Sintesis Surfaktan Alkil Poliglikosida dari Glukosa dan Dodekanol dengan Katalis Asam*. *Jurnal Teknik Kimia*. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- Thorpe, J.F., and Whittley, M.A., 1968. *Thorpe's Dictionary of Applied Chemistry 4 ed Vol 4*. Longmans, Green and Co: London.
- Ulrich, G.D., 1984, *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. John Wiley and Sons, Inc.: New York.
- US.Patent 4,919,847. *Process For Manufacturing Particulate Detergent Composition Directly from In Situ Produced Anionic Detergent*. United States Patent Office.
- US. Patent 2,671,797. *Neutralization of Sulfonic Acids and Sulfuric Acid Esters*. United States Patent Office.
- Verge, C., Moreno, A., Bravo, J dan Berna J. 2001. *Influence of Water Hardness on The Bioavailability and toxicity of Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS)*. *Chemosphere*. 1749-1757.
- Walas, S.M. 1990. *Chemical Process Equipment (Selection and Design)*. USA: Buterworth-Heineman.
- Warwel, S., Bruse, F., Demes, C., Kunz, M. Dan Klass, M.R. 2001. *Polymers and Surfactants on the Basis of Renewable Resources*. *Chemosphere*, 43: 39-48.
- Watkins, C. 2001. *Surfactant and Detergent: All Eyes are On Texas*. *J. Inform.*, 12:1152-1159

