

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Negara Indonesia adalah salah satu negara yang sedang berkembang dengan populasi terbesar di dunia, yang terus bertambah setiap tahun. Hal ini berpengaruh pada meningkatnya kebutuhan hidup masyarakat. Salah satu kebutuhan penting adalah bahan pembersih, seperti *Linear Alkylbenzene Sulfonate*, yang merupakan produk dari industri petrokimia dan digunakan sebagai bahan baku untuk deterjen. Para produsen mulai menggunakan *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (LAS) karena dianggap lebih aman bagi lingkungan dan lebih mudah terurai oleh mikroorganisme dibandingkan dengan *alkylbenzene sulfonate* (ABS). Diharapkan, perkembangan industri di Indonesia, terutama di sektor petrokimia, dapat memenuhi permintaan masyarakat untuk deterjen serta memberikan dampak positif bagi pertumbuhan ekonomi di Indonesia (Purnamasari, 2014).

Di tengah situasi resesi ekonomi saat ini, industri deterjen termasuk yang tetap stabil. Sektor ini menunjukkan perkembangan yang cukup baik karena deterjen merupakan salah satu produk yang selalu dibutuhkan oleh masyarakat. Keadaan ini tentunya memberikan efek positif bagi industri bahan bakunya, khususnya *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (LAS) yang memiliki peranan penting sebagai bahan aktif. *Linear Alkylbenzene Sulfonate* yang memiliki rumus  $C_{12}H_{25}C_6H_4-SO_3Na$  adalah senyawa yang dihasilkan dari reaksi antara *Linear Alkylbenzene* ( $C_{12}H_{25}C_6H_5$ ) dan *Oleum* ( $H_2SO_4 \cdot SO_3$ ) dalam reaktor (Kadirun, 2010).

Di Indonesia, *Linear Alkylbenzene Sulfonate* banyak digunakan sebagai bahan aktif dalam pembuatan deterjen sintetis, serta untuk produk pembersih lain seperti pembersih lantai dan peralatan rumah tangga yang menggunakan bahan kimia ini. Diharapkan pembangunan pabrik *Linear Alkylbenzene Sulfonate* di Indonesia dapat memberikan banyak keuntungan, seperti mengurangi pengeluaran devisa negara, meningkatkan pendapatan negara, mengembangkan sumber daya manusia dengan teknologi yang ada, serta mendorong pertumbuhan industri lain yang berbasis *Linear Alkylbenzene Sulfonate*. Selain itu, pendirian pabrik ini juga didukung oleh ketersediaan bahan baku yang menguntungkan. Bahan baku yang dimaksud adalah *Linear Alkylbenzene* yang dapat diperoleh dari PT Unggul Indah Cahaya dan *Oleum* yang bisa diambil dari PT Indonesia Acids Industri di dalam negeri.

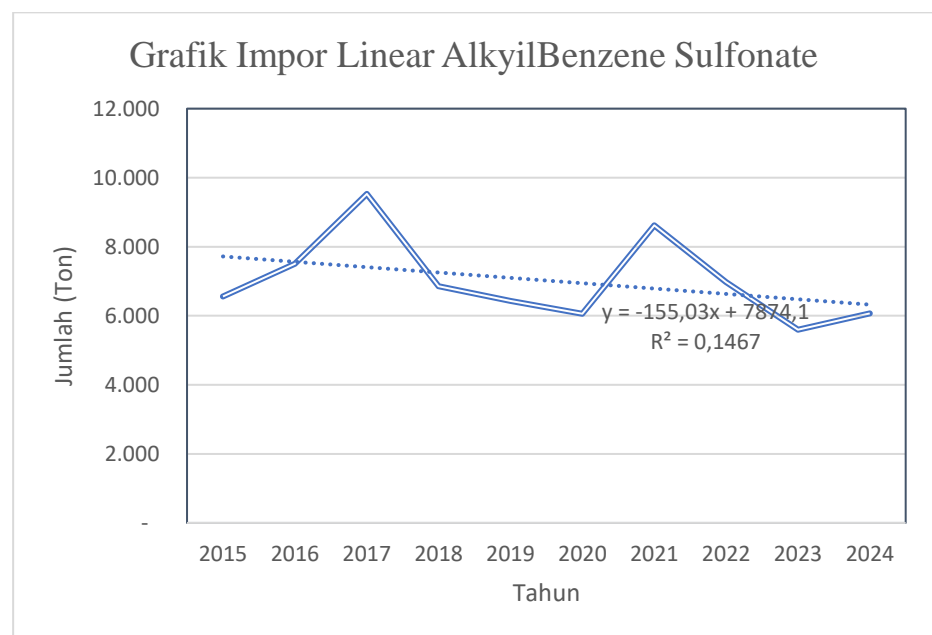
## 1.2 Kapasitas Pabrik

Menentukan kapasitas produksi perlu mempertimbangkan beberapa hal, termasuk aspek teknis, ekonomi, dan kapasitas minimum untuk mendirikan pabrik. Dalam aspek teknis, penting untuk memperhatikan peluang pasar serta ketersediaan bahan baku, baik dari dalam negeri maupun luar negeri. Kapasitas pabrik yang akan didirikan harus lebih tinggi atau setidaknya sama dengan kapasitas pabrik yang sudah ada. Berikut ini adalah faktor-faktor yang harus diperhatikan saat menentukan kapasitas pabrik LAS:

### 1.2.1 Prediksi Kebutuhan LAS

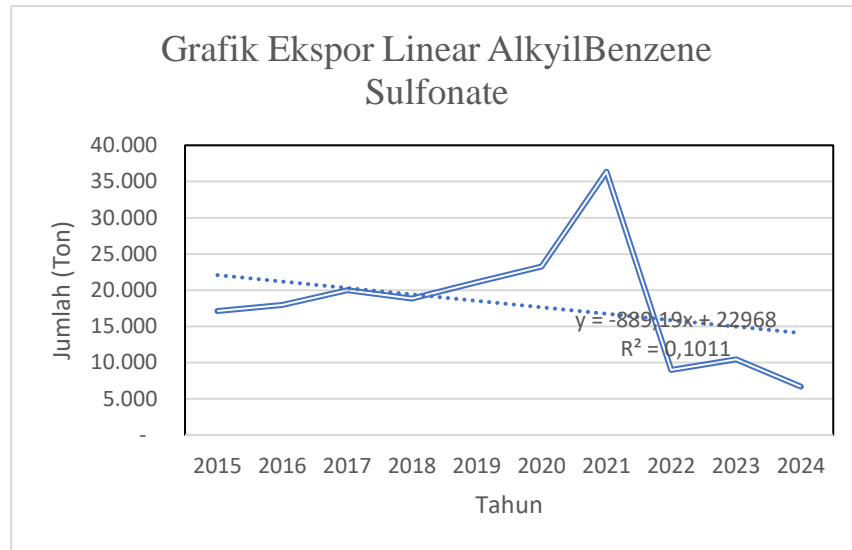
Prediksi Kapasitas Pabrik *Linear Alkylbenzene Sulfonate* didasarkan pada data permintaan yang meliputi Ekspor, Impor, Konsumsi, data supply dan demand. Berikut adalah data Ekspor, Impor, dan Konsumsi dari *Linear Alkylbenzene Sulfonate* dari tahun 2015 – 2024:

a) Data Impor *Linear Alkylbenzene Sulfoate* tahun 2015 – 2024



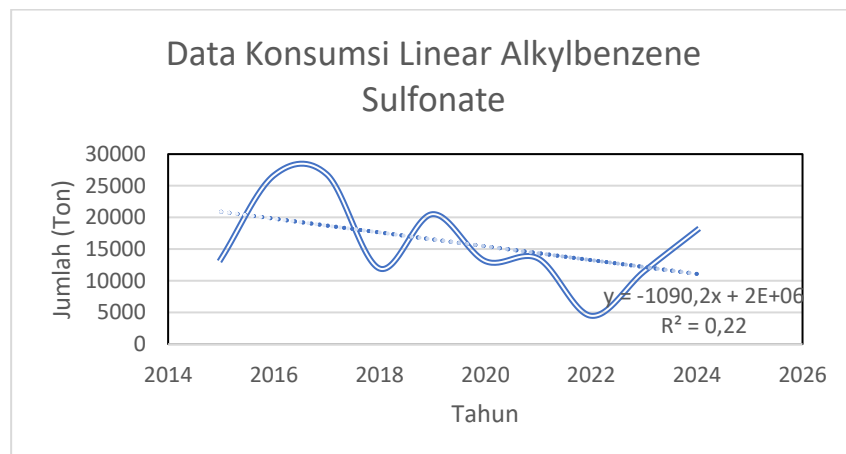
Gambar 1. 1 Grafik Data Impor LAS (Badan Pusat Statistik, 2024)

b) Data Ekspor *Linear Alkylbenzene Sulfoate* tahun 2015 – 2024



Gambar 1. 2 Grafik Data Ekspor LAS (Badan Pusat Statistik, 2024)

c) Data Konsumsi *Linear Alkylbenzene Sulfoate* tahun 2015 – 2024



Gambar 1. 3 Grafik Data Konsumsi LAS (Badan Pusat Statistik, 2024)

Berdasarkan ketiga grafik di atas, yaitu grafik impor, ekspor, dan konsumsi *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (LAS), data historis menunjukkan pola yang berfluktuasi sehingga metode regresi linear dinilai kurang representatif untuk digunakan dalam proyeksi kebutuhan di masa mendatang. Oleh karena itu, prediksi kebutuhan LAS pada tahun 2029 dilakukan berdasarkan rata-rata pertumbuhan tahunan yang diperoleh dari data historis.

Tabel 1. 1 Data Impor *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (Badan Pusat Statistik,2024)

No	Tahun	Impor (Ton/Tahun)	%p
1.	2015	6.557	-
2.	2016	7.507	0,14%
3.	2017	9.529	0,26%
4.	2018	6.861	-0,27%
5.	2019	6.433	-0,06%
6.	2020	6.063	-0,05%
7.	2021	8.618	0,42%
8.	2022	6.978	-0,19%
9.	2023	5.597	-0,20%
10.	2024	6.072	0,08%
		$\Sigma$ %P	0,13%
		I	0,01%

Tabel 1. 2 Data Ekspor *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (Badan Pusat Statistik, 2024)

No	Tahun	Ekspor (Ton/Tahun)	%p
1.	2015	17.134	-
2.	2016	17.940	0,04%
3.	2017	20.001	0,11%
4.	2018	18.847	-0,05%
5.	2019	21.103	0,11%
6.	2020	23.254	0,10%

No	Tahun	Ekspor Ton/Tahun	%p
7.	2021	36.346	0,56%
8.	2022	9.007	-0,75%
9.	2023	10.461	0,16%
10.	2024	6.685	-0,36%
		$\Sigma$ %P	-0,06%
		I	-0,01%

Tabel 1. 3 Data Konsumsi *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (Badan Pusat Statistik, 2024)

No	Tahun	Ekspor (Ton/Tahun)	%p
1.	2015	13.457	-
2.	2016	26.641	0,98%
3.	2017	26.819	0,01%
4.	2018	11.930	-0,56%
5.	2019	20.521	0,72%
6.	2020	13.105	-0,36%
7.	2021	13.521	0,03%
8.	2022	4.469	-0,67%
9.	2023	11.467	1,57%
10.	2024	17.983	0,57%
		$\Sigma$ %P	2,29%
		I	0,25%

Berdasarkan Tabel diatas, dapat diprediksi Impor, ekspor, Konsumsi LAS di Indonesia Pada Tahun 2029 dengan Menggunakan Persamaan discounted. Maka, dari Rumusan dapat kita hitung perkiraan jumlah kapasitas produksi LAS pada tahun 2029. Adapun persamaan yang digunakan adalah:

$$M = P_0 (1 + i)^a$$

Dimana: M = M tahun yang dicari

$P_0$  = Data terakhir

$i$  = Pertumbuhan rata-rata per tahun

$a$  = Selisih tahun

a. Menghitung perkiraan produksi pada tahun 2029

$$M_{p(2029)} = M_{p(2024)} (1 + i_p)^{(2029-2024)}$$

$$M_{p(2029)} = 40.000 \text{ ton/tahun}$$

b. Menghitung perkiraan konsumsi pada tahun 2029

$$M_{k(2029)} = M_{k(2024)} (1 + i_k)^{(2029-2024)}$$

$$M_{k(2029)} = 69.940,94 \text{ ton/tahun}$$

c. Menghitung perkiraan ekspor pada tahun 2029

$$M_{e(2029)} = M_{e(2024)} (1 + i_e)^{(2029-2024)}$$

$$M_{e(2029)} = 6409,696104 \text{ ton/tahun}$$

d. Menghitung perkiraan impor pada tahun 2029

$$M_{i(2029)} = M_{i(2024)} (1 + i_i)^{(2029-2024)}$$

$$M_{i(2029)} = 6.628 \text{ ton/tahun}$$

e. Menghitung peluang kapasitas berdasarkan data ekspor, impor, konsumsi, dan produksi pada tahun 2029

$$M_{\text{baru}} = (M_p + M_i) = (M_k + M_e)$$

$$M_{\text{baru}} = (M_k + M_e) - (M_p + M_i)$$

$$M_{(2029)} = (M_{k(2029)} + M_{e(2029)}) - (M_{p(2029)} + M_{i(2029)})$$

$$M_{(2029)} = 29.723 \text{ ton/tahun}$$

Dibulatkan Menjadi 30.000 Ton/Tahun

### 1.2.2 Kapasitas Pabrik LAS Yang Sudah Beroperasi

Di Indonesia, hanya ada satu pabrik yang memproduksi *Linear Alkylbenzene Sulfonate*. Namun, permintaan akan LAS cukup tinggi karena banyak industri di Indonesia yang menggunakannya sebagai bahan baku, contohnya dalam produksi sabun dan deterjen di sejumlah industri petrokimia, khususnya industri deterjen. Di dunia, beberapa pabrik yang sudah memproduksi LAS antara lain:

Tabel 1. 4 Kapasitas Pabrik Sejenis *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (www. Icis.com)

No	Perusahaan	Negara	Kapasitas (Ton/Tahun)
1.	Lokuil Neftocim Burgas	Bulgaria	5.000
2.	Emalab	Dubai	30.000
3.	Bisotom Petrochemical	Iran	55.000
4.	Formosan Union Chemical	Taiwan	90.000
5.	Reliance Industries Ltd. (RIL)	India	115.000
6.	PT Indo Sukses Centra Usaha	Indonesia	40.000
7.	Isu Chemical	Korea Selatan	190.000
8.	Fusfun Petrochemical	China	200.000
9.	CEPSA Quimica	Spanyol	220.000

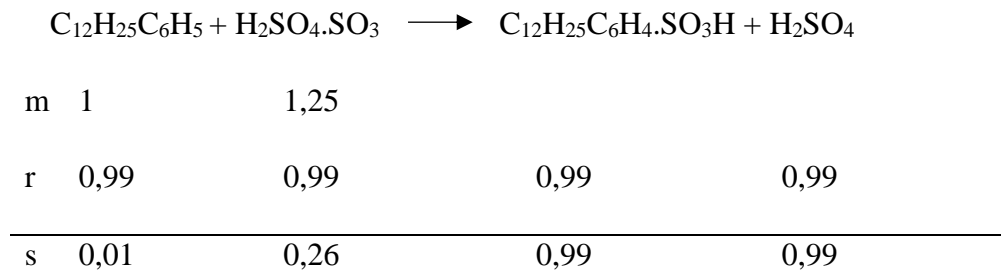
Berdasarkan pada Tabel 1.4 diatas, kapasitas pabrik LAS yang telah beroperasi di luar negeri bervariasi dan perbedaan tersebut bergantung pada sasaran pasar masing-masing pabrik LAS. Berdasarkan informasi ini, rentang kapasitas produksi pabrik yang akan direncanakan dapat ditentukan sesuai dengan sasaran pasar yang diinginkan. Berdasarkan faktor-faktor serta informasi di atas, kapasitas produksi pabrik LAS yang direncanakan sebesar 30.000 ton per tahun diharapkan dapat memenuhi permintaan domestik maupun internasional.

### 1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan utama untuk produksi LAS adalah *Linear Alkylbenzene* dan *Oleum*. Perhitungan kebutuhan bahan baku dilakukan berdasarkan prinsip stoikiometri mol reaktan dengan rasio

bahan baku (alkylbenzene linear dan *Oleum*) yang ditetapkan sebesar 1:1,25 sesuai referensi buku Carberry et al. (1991), sebagai berikut:

- Reaksi Sulfonasi



Perhitungan kebutuhan *linear alkylbenzene* dan *Oleum* menurut stokiometri diatas ialah:

$$\text{LAS yang dihasilkan dalam ton mol} = \frac{30.000}{348,5} = 86.083.213,773 \text{ mol/tahun}$$

$$\text{Kebutuhan } \textit{linear alkylbenzene} \text{ dalam 1 mol} = 95.648.015,30 \times 246 = 23.529,412 \text{ ton/tahun}$$

$$\text{Kebutuhan } \textit{Oleum} \text{ dalam 1,25 mol} = 119.560.019,130 \times 178,14 = 21.298,42 \text{ ton/tahun}$$

$$\text{Kebutuhan NaOH 20\% dari total reaktan} = 26.004,30 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan sebelumnya, kebutuhan bahan baku untuk memproduksi *Linear Alkylbenzene Sulfonate* dengan kapasitas 30.000 ton/tahun diperkirakan mencapai 23.529,412 ton/tahun untuk *Linear Alkylbenzene* dan 21.298,42 ton/tahun untuk *Oleum*. Sumber pasokan *Linear Alkylbenzene* diperoleh dari PT Unggul Indah Cahaya yang memproduksi 180.000 ton/tahun, sementara *Oleum* didapatkan dari PT Indonesia Acids Industri dengan produksi sebesar 82.500 ton/tahun. Di sisi lain, NaOH disuplai oleh PT Asahimas Chemical dengan kapasitas produksi sebesar 680.000 ton/tahun. Kesimpulannya, kebutuhan bahan baku yang diperlukan dapat dipenuhi oleh produsen bahan baku karena tidak lebih dari kapasitas pabrik *linear alkylbenzene*, *Oleum*, dan NaOH.

### 1.3 Penentuan Lokasi Pabrik

Salah satu faktor yang mempengaruhi perkembangan dan kelangsungan suatu industri adalah penentuan dan pemilihan lokasi untuk pembangunan pabrik. Lokasi tersebut sangat berpengaruh terhadap aspek ekonomi yang diperoleh, serta kemungkinan ekspansi di masa

depan. Beberapa elemen yang harus diambil kira ketika menentukan lokasi pabrik demi mendapatkan keuntungan jangka panjang dan memudahkan estimasi kemungkinan ekspansi lokasi pabrik. Pemilihan lokasi pabrik yang strategis tentunya akan berpengaruh signifikan dari perspektif ekonomi maupun aspek teknis. Pemilihan lokasi pabrik juga harus mempertimbangkan apakah proses yang terjadi bersifat *weight loss* atau *weight gain*. Proses yang berorientasi pada *weight loss* menghasilkan produk yang lebih ringan dibandingkan dengan reaktan yang reaksinya menggunakan air atau udara. Hal ini tentu lebih menguntungkan jika dilakukan dekat dengan sumber bahan baku. Dalam proses yang memiliki karakteristik peningkatan berat, produk yang dihasilkan lebih berat dibandingkan dengan reaktan yang bereaksi menggunakan air atau udara. Oleh karena itu, akan lebih menguntungkan jika lokasi produksinya dekat dengan pasar mengingat biaya transportasi yang lebih ekonomis. Mengingat perbandingan antara jumlah bahan baku dan produk, proses produksi sulfonat alkilbenzen linear cenderung menghasilkan peningkatan berat. Ini berarti bahwa produk akhir (produk jadi) memiliki berat yang lebih besar dibandingkan dengan bahan baku setelah melalui serangkaian proses produksi. Penentuan lokasi pabrik harus memperhatikan beberapa aspek, agar dapat memilih lokasi yang sesuai dan meminimalkan biaya pembangunan pabrik serta transportasi.

Pabrik *Linear Alkylbenzene Sulfonate* dapat didirikan di dua lokasi yang potensial, yaitu Cilegon dan Cikarang. Kedua tempat ini memiliki akses yang sangat baik karena kedekatannya dengan jalan tol utama serta pelabuhan besar seperti Pelabuhan Merak dan Pelabuhan Tanjung Priok. Hal ini mempermudah distribusi bahan baku dan produk jadi ke berbagai daerah di Indonesia serta ke luar negeri. Cilegon dan Cikarang juga dilengkapi dengan infrastruktur yang mendukung sektor industri, termasuk layanan listrik, air, dan telekomunikasi yang memadai dan stabil. Selain itu, tersedianya lahan industri yang luas mendukung pembangunan pabrik dalam skala besar sesuai kebutuhan. Pemilihan lokasi pabrik akan dilakukan berdasarkan perbandingan sejumlah aspek dalam matriks berikut:

Tabel 1. 5 Matriks Penentuan Lokasi Pabrik

Aspek	Cilegon, Banten	Cikarang, Jawa Barat
Bahan baku	Linear Alkylbenzene: 270.000 ton/tahun dari PT Unggul Indah Cahaya, NaOH: 680.000 ton/tahun (Cilegon)	<i>Oleum</i> : <82.500 Ton/Tahun dari PT Indonesia Acids Industri (Jakarta Timur)
Skor	3	1

Pemasaran	PT Lion Wings (Jakarta Timur), PT Sayap Mas Utama (Jakarta)	PT Unilever Indonesia, Tbk (Cikarang, Bekasi); PT KAO Indonesia (Cikarang); PT Catur Wangsa Indah (Tasikmalaya); PT Ecolab Indonesia (Bekasi)
Skor	1	3
Utilitas	Penyedia air dapat terpenuhi karena memiliki jarak yang dekat dengan aliran sungai Cidanau dan laut apabila tidak mencukupi, di kawasan industri Cilegon juga terdapat waduk krenceng.	Kabupaten Bekasi khususnya di Cikarang berbatasan langsung dengan Sungai Kalimalang, sehingga penyediaan air tetap terjaga.
Skor	3	3
Transportasi	Darat : Tol Trans Jawa (2 KM) Laut : Pelabuhan Merak (6 KM) Udara : Bandara Soekarno Hatta (103 KM)	Darat : Tol Trans Jawa (2.5 KM) Laut : Pelabuhan Patimban (50 KM) Udara : Bandara Soekarno Hatta (78 KM)
Skor	3	2
Pembuangan Limbah	Limbah dapat dibuang di sungai maupun laut setelah melewati proses <i>water treatment</i>	Limbah dapat dibuang di sungai maupun laut setelah melewati proses <i>water treatment</i>
Skor	2	2
Peraturan Daerah	Peraturan Daerah (PERDA) Kota Cilegon Nomor 1 Tahun 2020 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Cilegon Tahun 2020 - 2040	Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 20 Tahun 2024 tentang Perwilayahan Industri
Skor	3	3
Harga Tanah	Rp. 4.000.000 – 6.000.000/m <sup>2</sup>	Rp. 3.000.000 - 5.000.000/m <sup>2</sup>

Skor	2	3
Tenaga Kerja	Jumlah penduduk di Banten pada tahun 2024 sebanyak 12.431,39 jiwa. Terdapat perguruan tinggi yaitu Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.	Jumlah penduduk di Jawa Barat pada tahun 2024 sebanyak 49.935.858 jiwa. Terdapat perguruan tinggi yaitu ITB, UPI, dan UNPAD.
Skor	2	3
Sistem Pengupahan dan UMK	Rp. 4.560.894,85	Rp. 5.137.575
Skor	3	1
Geografis	Luas wilayah kota cilegon 175,51 km <sup>2</sup> . Kota Cilegon berada di posisi strategis karena terletak di antara Kota Serang dan Kabupaten Pandeglang. Kota Cilegon, yang berada di ujung barat Pulau Jawa dan di tepi Selat Sunda, termasuk daerah rawan bencana. Risiko bencana yang mungkin terjadi meliputi gempa bumi dan tsunami. Selain itu, Kota Cilegon juga memiliki potensi bencana lain seperti banjir, kegagalan teknologi, kekeringan, cuaca ekstrim, kebakaran hutan dan lahan, epidemi, dan tanah longsor.	Luas wilayah total provinsi ini mencapai 35.377,76 Km <sup>2</sup> . Cikarang terdiri dari dataran rendah yang meliputi bagian wilayah utara dan dataran bergelombang di wilayah bagian selatan dengan ketinggian lokasi 0 – 115 m dan memiliki frekuensi banjir sedang.
Skor	2	3
Kelistrikan	PLN Gitet Cilegon Baru	PT PLN GI Jababeka
Skor	3	3
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>25</b>

\*Keterangan : *range* nilai 1-3

Tabel 1.5 diatas menjelaskan tentang perbandingan berbagai lokasi yang mungkin untuk mendirikan pabrik *Linear Alkylbenzene Sulfonate*. Dari kedua lokasi yang disebutkan di atas, Cilegon menerima skor tertinggi secara keseluruhan, yang membuatnya dipilih sebagai

lokasi untuk membangun pabrik tersebut. Faktor-faktor berikut mendukung keputusan tentang Cilegon sebagai lokasi pendirian pabrik.

### **1.3.1 Ketersediaan Bahan Baku**

*Linear Alkylbenzene* dan *Oleum* adalah bahan baku utama dalam proses pembuatan *Linear Alkylbenzene Sulfonate*. *Linear Alkylbenzene Sulfonate* adalah produk dari reaksi antara *Linear Alkylbenzene* dan *Oleum*. Karena bahan baku *Linear Alkylbenzene* diperoleh dari dalam negeri, pabrik akan didirikan di Cilegon, Banten. PT Unggul Indah Cahaya memproduksi *Linear Alkylbenzene* sebanyak 180.000 juta ton per tahun, PT Asahimas Chemical mendapatkan NaOH sebanyak 680.000 ton per tahun, dan PT Indonesian Acids Industri, Tbk mendapatkan *Oleum* sebanyak 82.500 ton per tahun.

### **1.3.2 Daerah Pemasaran**

Produk *Linear Alkylbenzene Sulfonate* banyak digunakan dalam berbagai sektor. Ini termasuk perusahaan sabun (PT Unilever Indonesia, PT Catur Wangsa Indah, PT Sayap Mas Utama, PT Ecolab Indonesia), dan perusahaan perawatan rumah tangga (PT Lions Wings, PT Kao Indonesia, PT Total Chemindo). Rencananya adalah untuk mendirikan pabrik *Linear Alkylbenzene Sulfonate* untuk memenuhi kebutuhan domestik dan memberikan peluang ekspor untuk mendapatkan devisa negara.

### **1.3.3 Sarana Transportasi**

Untuk mengirimkan bahan baku dan barang dagangan ke pelanggan, sarana transportasi yang memadai sangat penting. Di wilayah Cilegon, infrastruktur negara seperti jalan raya dan pelabuhan telah memadai dan berkembang dengan baik. Ini disebabkan oleh rencana pemerintah Kota Cilegon untuk menjadi pusat industri di Banten. Pabrik harus didirikan dekat pelabuhan agar distribusi bahan baku dan pasokan dan distribusi konsumen lebih mudah. Pabrik *Linear Alkylbenzene Sulfonate* akan didistribusikan melalui Pelabuhan Merak.

### **1.3.4 Utilitas**

Pabrik memerlukan sarana pendukung untuk menjalankan proses produksinya. Ini termasuk pembangkit listrik, penyediaan air untuk kebutuhan pabrik untuk proses dan sanitasi, serta kebutuhan lainnya. Cilegon, sebagai wilayah industri, memiliki banyak fasilitas utilitas, terutama di Kawasan Industri Krakatau Cilegon Industri Estate. Pabrik harus mendapatkan air dari sumber air, seperti sungai atau laut. Air yang dibutuhkan nantinya akan digunakan sebagai air proses, air pendingin, dan air pembersih, yang dapat menggunakan air laut dengan debit air yang cukup besar. Pabrik *Linear Alkylbenzene Sulfonate* di Cilegon menggunakan air laut

karena lokasinya di pesisir pulau merak. Sebelum digunakan, air laut akan dibersihkan agar memenuhi standar kualitas air.

### **1.3.5 Ketersediaan Tenaga Kerja**

Tenaga kerja adalah pelaku utama dalam suatu industri. Dalam suatu industri, keberadaan tenaga kerja sangat penting untuk proses produksi. Pabrik harus mempertimbangkan tenaga kerja lokal dan profesional yang berpengalaman. Orang-orang yang bekerja di Universitas Sultan Ageng Tirtayasa dapat berasal dari berbagai jenjang pendidikan. Kota Cilegon juga memiliki populasi 12.431,39 orang (Disdukcapil, 2024). Pabrik berada tidak terlalu jauh dari pemukiman sehingga dapat mencukupi ketersediaan tenaga kerja yang akan dipekerjakan. Namun, ada kemungkinan bahwa tenaga kerja dapat didatangkan dari luar Cilegon, terutama untuk tenaga ahli dan terdidik dari Jawa, Sumatra, Sulawesi, atau daerah lainnya. Ini akan membantu proses produksi berjalan lebih cepat.

### **1.3.6 Pembuangan Limbah**

Pembangunan pabrik dirancang berlokasi dekat dengan kawasan pesisir atau laut dengan pertimbangan efisiensi dalam sistem pembuangan limbah. Meskipun limbah cair akan dialirkan ke laut, pembuangan ini tidak dilakukan secara sembarangan. Seluruh limbah terlebih dahulu melewati proses pengolahan (*treatment*) sesuai dengan standar lingkungan yang berlaku. Proses *treatment* ini bertujuan untuk menurunkan kadar bahan pencemar hingga berada di bawah ambang batas baku mutu yang ditetapkan, sehingga air limbah yang dibuang tidak membahayakan ekosistem laut maupun kesehatan masyarakat sekitar. Dengan demikian, kegiatan operasional pabrik tetap memperhatikan prinsip kelestarian lingkungan dan patuh terhadap peraturan perundang-undangan terkait pengelolaan limbah cair.

### **1.3.7 Kebijakan Pemerintah**

Daerah Cilegon ditetapkan sebagai zona industri oleh pemerintah Kota Cilegon. Mengingat kebutuhan *Linear Alkylbenzene Sulfonate* di dalam negeri masih belum terpenuhi oleh Indonesia, masih ada ruang yang luas bagi para investor untuk berinvestasi dalam produksi *Linear Alkylbenzene Sulfonate*. Selain itu, sebagai fasilitator, pemerintah telah membantu dalam perizinan, pajak, dan prosedur teknis lainnya yang diperlukan untuk mendirikan pabrik.



Gambar 1. 4 Lokasi Pendirian Pabrik *Linear Alkylbenzene Sulfonate*

## 1.4 Tinjauan Proses

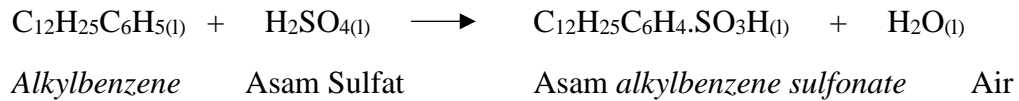
### 1.4.1 Macam – Macam Proses Pembuatan *Linear Alkylbenzene Sulfonate*

Pemilihan proses bertujuan untuk menentukan proses yang akan digunakan di dalam pendirian pabrik. Hal tersebut dapat dilihat dari keuntungan yang didapatkan dari segi ekonomi atau segi teknik. Pembuatan *Linear Alkylbenzene Sulfonate* menggunakan proses sulfonasi merupakan proses reaksi kimia yang melibatkan gabungan dari gugus fungsi asam sulfonate ( $\text{SO}_3\text{H}$ ) ke dalam suatu molekul atau ion. Pada dasarnya, proses sulfonasi mempunyai tiga cara, yaitu

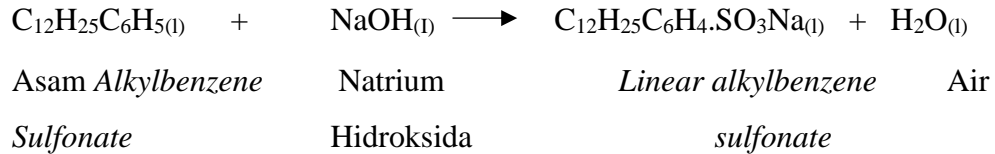
#### 1. Reaksi $\text{H}_2\text{SO}_4$

Pertama, proses sulfonasi dilakukan dengan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Proses sulfonasi  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dapat dilakukan baik secara batch maupun secara kontinyu; tergantung pada kualitas warna produk yang diinginkan, proses ini berlangsung pada suhu  $0\text{--}51^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm. Perbandingan mol  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dan alkylbenzene adalah 1,6:1,8. Alkylbenzene akan direaksikan langsung dengan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dalam proses ini yang tidak menggunakan katalis (Kadirun, 2010).

- Reaksi Sulfonasi



- Reaksi Netralisasi



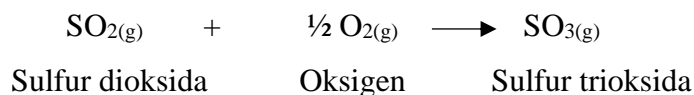
Selanjutnya produk dari hasil reaksi sulfonasi dinetralkan dengan NaOH dengan kadar 20% (Peters and Timmerhaus, 1991) lalu didapatkan hasil akhir *Linear Alkylbenzene Sulfonate*. Reaksi dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ini tidak terlalu banyak digunakan karena reaksi menghasilkan air yang cukup banyak sehingga produk yang dihasilkan menjadi encer dan menyebabkan reaksi bergeser ke kiri serta kecepatan reaksinya lambat.

## 2. Reaksi sulfonasi dengan SO<sub>3</sub>

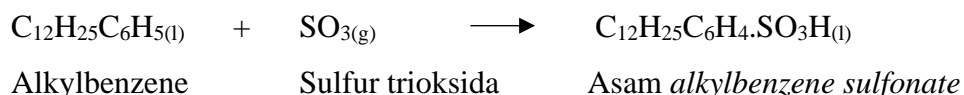
Pada pembuatan *Linear Alkylbenzene Sulfonate* dengan bahan baku gas SO<sub>3</sub> terdiri dari empat tahap yaitu proses pengeringan udara, produksi gas SO<sub>2</sub>, konversi gas SO<sub>2</sub> menjadi SO<sub>3</sub>, dan proses sulfonasi. Tahap pengeringan udara untuk menghilangkan kandungan air pada udara, jika kandungan air cukup banyak dapat menyebabkan terbentuknya *Oleum* karena reaksi antara H<sub>2</sub>O dan SO<sub>3</sub> yang menyebabkan kualitas warna produk *Linear Alkylbenzene Sulfonate* yang dihasilkan rendah. Untuk menghasilkan gas SO<sub>3</sub> maka udara kering direaksikan dengan sulfur cair dan konversi gas SO<sub>2</sub> menjadi gas SO<sub>3</sub> menggunakan bantuan katalis V<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, dimana reaksi yang terjadi yaitu sebagai berikut:

Reaksi yang terjadi:

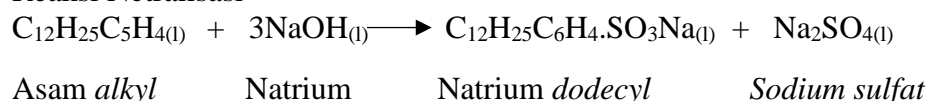
- Reaksi antara SO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub>



- Reaksi Sulfonasi



- Reaksi Netralisasi



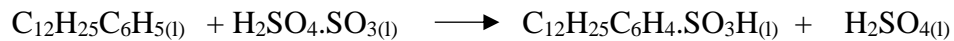
*benzene sulfonate*      hidroksida      *benzene sulfonate*

Reaksi sulfonasi berlangsung dalam reaktor gelembung dengan suhu 50 dan tekanan 1,5 atm. Kekurangan produksi dengan gas SO ini yaitu biaya produksi sulfonasi dengan gas SO cenderung lebih mahal, warna produk yang dihasilkan lebih gelap, dan mudah terbentuk reaksi samping yang tidak diinginkan (Kadirun, 2010).

### 3. Reaksi sulfonasi dengan *Oleum* 20%

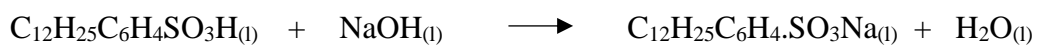
Proses sulfonasi dengan *Oleum* 20% menggunakan Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) dengan suhu 38-60°C dan tekanan 1 atm. *Oleum* yang digunakan yaitu *Oleum* 20% dengan perbandingan mol *alkylbenzene* dan *Oleum* adalah 1:1,25 dimana reaksi yang terjadi yaitu:

- Reaksi Sulfonasi



Linear Alkylbenzene      *Oleum*                              LABSA              Asam sulfat

- Reaksi Netralisasi



*Linear*                              Natrium                              *Natrium linear*              Air  
*alkylbenzene sulfonate*      hidroksida                      *alkylbenzene sulfonate*

Kelebihan dari proses ini yaitu biaya produksi relatif lebih murah dibandingkan dengan proses lain, penanganannya mudah, warna dari produk yang dihasilkan lebih terang, dan produk sampingnya yaitu berupa H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang masih dapat dijual di pasaran.

Tabel 1. 6 Perbandingan Proses

<b>Faktor Pembanding</b>	<b>Sulfonasi dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub><sup>(a)</sup></b>	<b>Sulfonasi dengan SO<sub>3</sub><sup>(b)</sup></b>	<b>Sulfonasi dengan <i>Oleum</i> 20%<sup>(c)</sup></b>
Reaktor	RATB	Gelembung	RATB
Ketersediaan Bahan Baku	Domestik	Domestik	Domestik
Waktu	1,0 – 1,5 jam	15 – 30 menit	1,5 – 2 jam

<b>Faktor Pemanding</b>	<b>Sulfonasi dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub><sup>(a)</sup></b>	<b>Sulfonasi dengan SO<sub>3</sub><sup>(b)</sup></b>	<b>Sulfonasi dengan Oleum 20%<sup>(c)</sup></b>
Temperatur	0 – 50 °C	45 – 50 °C	38 – 60 °C
Tekanan	1 atm	1,5 atm	1 atm
Proses	<i>Continuous</i>	Continuous	<i>Continuous or batch</i>
Laju reaksi	Lebih lambat	Lebih Cepat	Cepat
<i>Sulfonating agent</i>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	SO <sub>3</sub>	<i>Oleum 20%</i>
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>	-
Konversi	90%	95%	99%
Biaya Produksi	Biaya produksi lebih mahal karena asam sulfat yang digunakan 1.5 lebih banyak	Lebih mahal dan kondisi operasi yang tinggi serta energi yang digunakan lebih besar	Biaya produksi lebih murah karena <i>Oleum</i> yang digunakan hanya 1 bagian dalam reaksi

(a) Carberry dkk. (1991).

(b) Peters and Timmerhaus (1991).

(c) Tully dkk. (1997).

Dari ketiga uraian proses diatas maka dipilih proses sulfonasi menggunakan *Oleum 20%*, karena memiliki beberapa keuntungan yaitu:

- Menghasilkan produk samping berupa H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang bisa dijual di pasaran.
- Reaksi sulfonasi berlangsung pada kondisi operasi yang relatif ringan.
- Kondisi operasi berlangsung pada suhu rendah dan tekanan atmosferis, sehingga penanganannya mudah dan energi yang dibutuhkan kecil