

LAPORAN TUGAS AKHIR
PRARANCANGAN PABRIK SODIUM DODEKILBENZEN SULFONAT
DARI DODEKILBENZEN DAN OLEUM DENGAN
KAPASITAS 35.000TON/TAHUN



Disusun Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Menyelesaikan
Pendidikan Strata Satu Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Setia Budi Surakarta

Oleh:
Sonia Effi Lin Bonara
(23170310D)

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SETIA BUDI
SURAKARTA
2024

LEMBAR PERSETUJUAN

1 PRA RANCANGAN PABRIK SODIUM DODEKILBENZEN SULFONAT DARI DODEKILBENZEN DAN OLEUM DENGAN KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN

Disusun oleh :

Sonia Effi Lin Bonara (23170310D)

Telah Disetujui Oleh Pembimbing

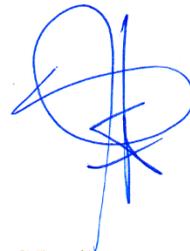
Pada Tanggal... 22 Juli 2024

Pembimbing I



Dr. Narimo, S.T., M.M
NIS. 01199609021057

Pembimbing II



Gregorius P. I Budianto, S. T., M.Eng
NIS.01201407261183

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Kimia



Dewi Astuti Herawati, S.T., M.Eng

NIS.01201407261183

LEMBAR PENGESAHAN

PRA RANCANGAN PABRIK SODIUM DODEKILBENZEN SULFONAT DARIDODEKILBENZEN DAN OLEUM DENGAN KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN

Disusun oleh :

Sonia Effi Lin Bonara (23170310D)

Telah Disetujui dan Disahkan Oleh Tim Penguji

Pada Tanggal 7. April 2024

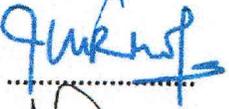
Pembimbing I Dr. Narimo, S.T., M.M



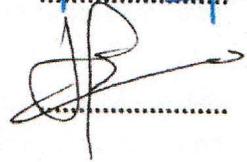
Pembimbing II G. Prima Indra Budiando, S.T., M.Eng



Penguji I Ir. Sumardiyono, M.T



Penguji II DR . Supriyono, S.T., M. T.



Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Setia Budi



DR. Suseno, M.Si

NIS. 0119408011044

Ketua Program Studi

S1 Teknik Kimia



Dewi Astuti Herawati. S.T.. M.Eng

NIS. 01199601032053

MOTO

Aku tahu segala pekerjaan: lihatlah, Aku telah membuka pintu bagimu, yang tidak dapat ditutup oleh seorangpun. Aku tahu bahwa kekuatanmu tidak seberapa, namun engkau menuruti firman-Ku dan engkau tidak menyangkal nama-Ku (Wahyu 3:8)

Kuatkan dan teguhkanlah hatimu, janganlah takut dan janganlah gemetar karena mereka, sebab Tuhan, Allahmu, Dialah yang berjalan menyertai engkau; Ia tidak akan membiarkan engkau dan tidak akan meninggalkan engkau (Ulangan 31:6)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Hormat dan Kemuliaan Bagi-Mu, ku beri yang terbaik untuk Bapaku, Juruselamat, Tuhan Yesus Kristus
2. Bapa dan Mama tercinta, yang telah mendidik, mendoakan, dan memberikan cinta dan kasih sayang serta menjadi panutan dan semangat ku untuk menyelesaikan skripsi ini
3. Kakak-kakak dan adik-adik ku, dan keluarga besar terima kasih karena telah mendukung ku dalam perjuangan ini, semoga kita selalu diberkati.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penyusun panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya penyusun dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Prarancangan Pabrik Sodium Dodekilbenzen Sulfonat dari Dodekilbenzen dan Oleum dengan Kapasitas 35.000 Ton/Tahun”. Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh dalam kurikulum program studi S1 Teknik Kimia dan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Kimia di Fakultas Teknik, Prodi S1 Teknik Kimia di Universitas Setia Budi, Surakarta. Selama penyusunan skripsi ini penyusun telah banyak memperoleh bantuan dari berbagai pihak, baik bantuan moril maupun bantuan material. Untuk itu penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Skripsi dengan baik.
2. Bapak Dr.Drs.Suseno,M.Si selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Setia Budi Surakarta.
3. Ibu Dewi Astuti Herawati ,S.T.,M.Eng selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Universitas Setia Budi Surakarta.
4. Bapak Dr. Narimo, S.T, M.M selaku Dosen Pembimbing I
5. Bapak G. Prima Indra Budianto, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing II
6. Bapak DR . Supriyono, S.T., M. T. selaku Dosen Penguji I
7. Bapak Ir.Sumardiyono M.T selaku Dosen Penguji II
8. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan moril dan material dalam pelaksanaan dan penyusunan Skripsi.
9. Seluruh teman-teman yang telah memberikan bantuan dan semangat dalam pelaksanaan dan penyusunan Skripsi.

Akhir kata, saya menyadari bahwa Skripsi ini jauh dari kata sempurna dan masih terdapat kekurangan oleh karena itu saya menyampaikan maaf dan mengharapkan saran serta kritik yang membangun untuk menyempurnakan Skripsi ini. Penyusun menyampaikan terima kasih.

Surakarta, 17 Juli 2024



Sonia Effi Lin Bonara

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
MOTO	iv
PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
INTISARI	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Kapasitas Rancangan	2
1.2.1 Kebutuhan Sodium Dodecylbenzene Sulfonate di Indonesia	2
1.2.2 Ekspor Sodium Dodekylbenzen Sulfonat	3
1.2.3 Konsumsi Sodium Dodekylbenzen Sulfonat Dalam Negeri	4
1.2.4 Ketersediaan dan Kebutuhan Bahan Baku	4
1.2.5 Kapasitas Pabrik	4
1.2.6 Kapasitas Pabrik Sodium Dodekylbenzen Sulfonat Dunia	5
1.3 Penentuan Lokasi Pabrik	6
1.4 Tinjauan Pustaka	8
1.4.1 Macam-macam Proses	9
1.4.2 Pemilihan Proses	11
1.4.3 Kegunaan Produk	12
1.4.4 Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku dan Produk	12
1.5 Reaksi Dasar	14
1.6 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika	15
1.6.1 Tinjauan Termodinamika	15
BAB II SPESIFIKASI BAHAN	19
2.1 Spesifikasi Bahan	19
2.2 Spesifikasi Bahan Pembantu	19
2.3 Spesifikasi Produk	20
BAB III DESKRIPSI PROSES	21
3.1 Uraian Proses	21
3.1.1 Penyiapan Bahan Baku	21
3.1.2 Proses Pembentukan Produk	21

3.1.3 Proses Pemurnian Produk.....	22
3.1.4 Tahap Penyimpanan Produk.....	22
3.2 Diagram Alir Kualitatif.....	23
3.3 Diagram Alir Kuantitatif.....	24
BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS	25
4.1 Neraca Massa	25
4.1.1 Neraca Massa Reaktor (R-01)	26
4.1.2 Neraca Massa Dekanter (D-01).....	26
4.1.3 Neraca Massa Netralizer (N-01)	27
4.1.4 Neraca Massa Spray Dryer (SD-01).....	28
4.1.5 Neraca Massa Filter.....	29
4.1.6 Neraca Massa Silo.....	29
4.2 Neraca Panas	30
REAKTOR (R-01)	31
DEKANTER	31
NETRALIZER	32
SPRAY DRYER	32
BAB V SPESIFIKASI ALAT.....	33
5.1 Tangki Penyimpanan Dodekylbenzen	33
5.2 Tangki Penyimpanan Oleum 20%	33
5.3 Tangki Penyimpanan NaOH 20%	33
5.4. Tangki Penyimpanan Asam Sulfat.....	34
Jumlah tangki : 1 buah	34
5.5 Reaktor 01.....	34
5.6 Dekanter.....	35
5.7 Netralizer.....	35
5.8 Spray Dryer	36
5.9 Silo	36
5.10 Filter Udara	36
5.11 Bucket Elevator.....	37
5.12 Heater 01	37
5.13 Heater 02.....	38
5.14 Pompa	38
BAB VI UTILITAS.....	40
6.1 Unit Pendukung Proses (Utilitas).....	40
6.1.1 Unit Pengadaan dan Pengolahan Air.....	40
6.1.2 Unit Pengadaan Steam	41

6.1.4 Unit Pengadaan Listrik.....	41
6.1.5 Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	43
6.1.6 Unit Penyediaan Udara Tekan.....	43
6.1.7 Unit Pengolahan Limbah.....	43
6.2 Laboratorium.....	44
6.3 Kesehatan dan Keselamatan Kerja.....	45
6.4 Alat-Alat Utilitas.....	46
1. Filter	46
2. Bak Pengendapan Awal	46
3. <i>Flokulator</i> / Bak Penggumpal	46
4. Clarifier	46
5. Tangki Larutan Alum	46
6. Sand Filter	47
7. Bak Penampung Sementara.....	47
8. Tangki Karbon Aktif	47
9. Tangki Kaporit	47
10. Tangki Air Bersih.....	47
11. Kation Exchanger.....	48
12. Tangki H ₂ SO ₄	48
13. Anion Exchanger.....	48
14. Tangki Penampung Larutan NaOH.....	48
15. Deaerator	48
16. Bak Penampung Air Umpan Boiler	49
17. Boiler.....	49
18. Blower	49
Kode : B-01	49
19. Cooling Tower.....	49
20. Bak Penampung air Pendingin	49
Kode : TU-08	49
21. Pompa Utilitas-01.....	50
BAB VII ORGANISASI DAN TATA LETAK	52
7.1 Bentuk Perusahaan.....	52
7.2 Struktur Organisasi	52
7.3 Kebutuhan Karyawan dan Sistem Gaji	56
7.3.1 Sistem Karyawan.....	56
7.3.2 Sistem Gaji	57
7.3.3 Pembagian Jam Kerja Karyawan	58

7.4 Kesejahteraan Karyawan	59
7.5 Manajemen Produksi	62
7.5.1 Perencanaan Produksi	62
7.5.2 Pengendalian Proses	63
7.6 Tata Letak Pabrik	64
7.7 Tata Letak Peralatan	65
BAB VIII EVALUASI EKONOMI	69
8.1 Perhitungan Biaya	71
8.2 Fixed Capital Investment	73
8.3 Working Capital Investment	73
8.4 Manufacturing Cost	73
8.5 General Expense	74
8.6 Analisis Ekonomi	75
8.6.1 <i>Return On Investment (ROI)</i>	75
8.6.2 <i>Pay Out Time (POT)</i>	76
8.6.3 <i>Break Even Point (BEP)</i>	76
8.6.4 <i>Shut Down Point (SDP)</i>	77
8.6.5 <i>Discounted Cash Flow (DCF)</i>	78
BAB IX KESIMPULAN	79
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN A	84
LAMPIRAN B	107

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Impor Sodium Dodecylbenzene Sulfonate di Indonesia	2
Tabel 1. 2 Data Ekspor Sodium Dodecylbenzene Sulfonate di Indonesia	3
Tabel 1. 3 Daftar pabrik pengguna sodium dodekylbenzen sulfonat di Indonesia	4
Tabel 1. 4 Data ketersediaan dan kebutuhan bahan baku	4
Tabel 1. 5 Kapasitas pabrik sodium dodekylbenzen sulfonat di dunia ...	5
Tabel 4. 1 Neraca Massa pada Reaktor (R-01)	26
Tabel 4. 2 Neraca Massa pada Dekanter (D-01)	27
Tabel 4. 3 Neraca Massa pada Netralizer (N-01)	27
Tabel 4. 4 Neraca Massa pada Spray Drayer (SD-01)	28
Tabel 4. 5 Neraca Massa pada Filter (F-01)	29
Tabel 4. 6 Tabel Neraca Massa Silo	29
Tabel 4. 7 Kapasitas Panas Fase Liquid (Yaws,1999)	30
Tabel 4. 8 Densitas Cairan.....	30
Tabel 4. 9 Neraca Panas Pada Reaktor (R-01)	31
Tabel 4. 10 Neraca Panas Pada Dekanter	31
Tabel 4. 11 Neraca Panas Pada Netralizer.....	32
Tabel 4. 12 Neraca Panas Pada Spray Dryer	32
Tabel 6. 1 Listrik untuk kebutuhan proses	42
Tabel 6. 2 Konsumsi listrik untuk keperluan utilitas.....	42
Tabel 7. 1 Gaji Karyawan.....	57
Tabel 7. 2 Jadwal shift karyawan	59
Tabel 7. 3 Luas Area Pabrik	65
Tabel 8. 1 <i>Cost index chemical plant</i>	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Impor Natrium Dodecylbenzene Sulfonate.....	3
Gambar 1. 2 Lokasi Pabrik Natrium Dodecylbenzene Sulfonate.....	6
Gambar 7. 1 Struktur Organisasi Pabrik.....	61
Gambar 7. 2 Tata Letak Alat Proses.....	67
Gambar 7. 3 Denah Lokasi Bangunan.....	68
Gambar 8. 1 Grafik hubungan tahun dengan <i>cost index</i>	70

INTISARI

Pada tahun 2029, Cilegon, Banten, akan menjadi rumah bagi pabrik Natrium Dodekilbenzen Sulfonat 35.000 ton/tahun dari Dodekilbenzen dan Oleum. Dodekilbenzen diperoleh dari PT. Unggul Indah Cahaya Tbk, sedangkan bahan baku Oleum dipasok dari PT. Indonesian Acid Industri dan NaOH 20% di peroleh dari PT. Aozora Agung Perkasa. Reaksi Natrium Dodekilbenzen Sulfonat dilakukan secara ireversibel dalam Reaktor batch dalam keadaan eksotermik dan isothermal dengan jaket pendingin pada suhu 50°C dan tekanan 1 atm. Pabrik ini termasuk dalam kategori risiko rendah.

Dodekilbenzen dan Oleum pertama-tama direaksikan dalam reaktor untuk memulai proses sulfonasi pada R-01. Produk Asam Dodekilbenzen Sulfonat yang dihasilkan adalah 3724,53 kg/jam. Unit pendukung proses meliputi unit suplai air pendingin 860 kg/jam, kebutuhan make-up air pendingin 56 kg/jam, kebutuhan air sanitasi 1718,2 kg/jam, kebutuhan umpan boiler 59,47 kg/jam. Air sumberan digunakan untuk kebutuhan air, dan PLN serta genset cadangan digunakan untuk kebutuhan energi pada saat PLN padam.

Studi ekonomi pabrik Natrium Dodekilbenzen Sulfonat menghasilkan pendapatan sebelum pajak sebagai hasilnya. Setiap tahun, 618.793.895.670,91 Penghasilan setelah pajak sebesar 433.155.726.969,64 setiap tahun. Sebelum pajak, Pengembalian Investasi (ROI) adalah 38,7%, dan setelah pajak, adalah 27,1%. Pay Out Time (POT) adalah 2,6 tahun sebelum pajak dan 3,7 tahun setelah pajak. 40% Break Event Point (BEP). 15% Titik Mati (SDP). Pendirian pabrik Natrium Dodekilbenzen Sulfonat adalah layak, sesuai dengan temuan dari analisis kelayakan yang dibahas di atas.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu negara berkembang dan merupakan negara yang kaya akan sumber daya alam dan manusia yaitu Indonesia. Indonesia tengah melakukan upaya pembangunan dan pengembangan di berbagai bidang salah satunya di bidang industri kimia. Perkembangan industri di Indonesia pada saat ini mengalami perubahan yang cukup pesat ditunjang dengan peningkatan kualitas dan kuantitas produk kimia yang dihasilkan sehingga kebutuhan bahan baku, bahan penunjang dan tenaga kerja yang dibutuhkan semakin meningkat. Dengan beriringan pesatnya pembangunan dan pengembangan di sektor ini maka para ahli berusaha untuk mengolah bahan baku agar menjadi berbagai macam produk yang dapat dipakai di pasaran.

Dodekilbenzena sulfonat merupakan 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 adalah produk turunan industri petrokimia.

Pada masa kini, 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 maka diharapkan akan tumbuh industri-industri baru untuk membuat deterjen yang siap untuk

dipasarkan, sehingga dapat membuka lapangan pekerjaan baru dan meningkatkan taraf hidup masyarakat disekitar pabrik yang akan didirikan

1.2 Kapasitas Rancangan

Tujuan pendirian pabrik sodium dodekilbenzen sulfonat ini yaitu untuk memenuhi kebutuhan industri dalam negeri maupun luar negeri. Pabrik ini akan didirikan pada tahun 2028. Untuk menentukan kapasitas produksi pabrik sodium dodekilbenzen sulfonate yang didirikan harus di pertimbangkan agar memenuhi kebutuhan didalam negeri dan mengurangi jumlah import.

1.2.1 Kebutuhan Sodium Dodecylbenzene Sulfonate di Indonesia

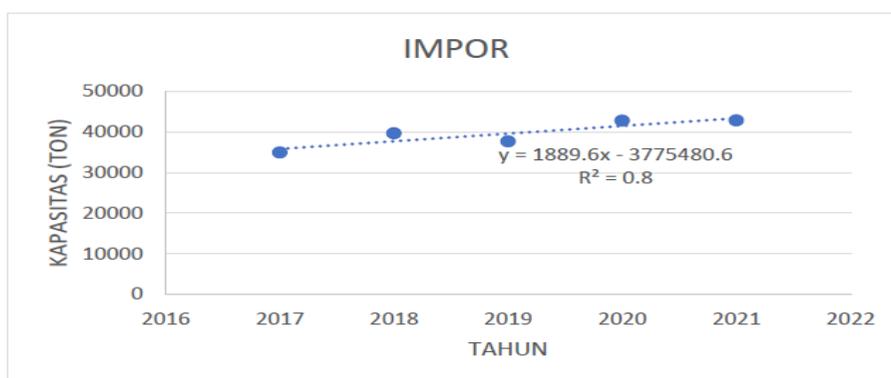
Kebutuhan sodium dodekilbenzen sulfonat di Indonesia berdasarkan data Badan Pusat Statistik pada tahun 2017 sampai 2021 dapat dilihat pada tabel 1.1

Tabel 1. 1 Data Impor Sodium Dodecylbenzene Sulfonate di Indonesia

Tahun	Impor (Ton/Tahun)
2017	34.990,937
2018	37.720,289
2019	39.6923,377
2020	42.846,636
2021	42.861,493

Sumber : Badan Pusat Statistik, 2024

Dari data impor, didapatkan grafik linear antara data tahun pada sumber x dan data impor dari sumber y, dilihat pada gambar 1.1



Gambar 1.1 Grafik linear impor sodium dodekilbenzen sulfonate di Indonesia

Dilihat dari grafik diatas, kebutuhan impor sodium dodekilbenzen sulfonat semakin meningkat tiap tahunnya. Dari grafik diperoleh suatu persamaan regresi linier untuk mengetahui proyeksi

kebutuhan sodium dodekilbenzen sulfonat di tahun yang akan mendatang :

$$Y = 1889.6x - 3775480.6 \tag{1.1}$$

$$\text{Jumlah impor tahun ke} = 1889.6 \times (\text{tahun}) - 3775480.6$$

Rencana pembangunan pabrik sodium dodekilbenzen sulfonat akan didirikan pada tahun 2028, maka prediksi untuk kebutuhan import sodium dodekilbenzen sulfonat pada tahun 2028 diperkirakan sebesar 56.628 ton.

1.2.2 Ekspor Sodium Dodekilbenzen Sulfonat

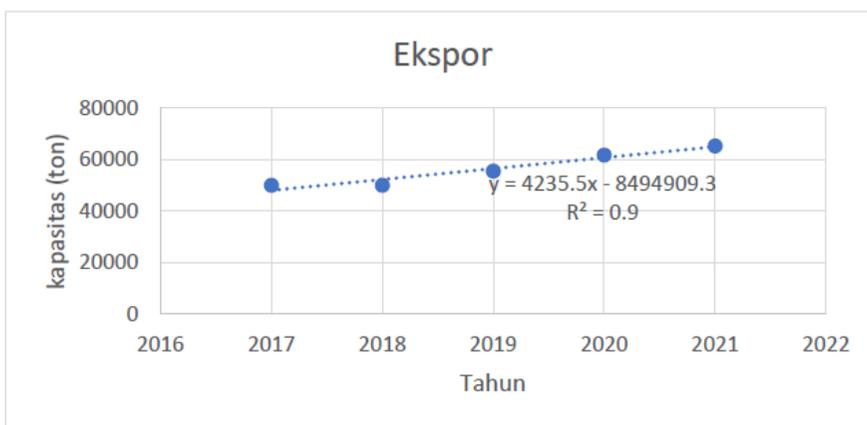
Data ekspor sodium dodekilbenzen sulfonat di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung mengalami peningkatan. Perkembangan data produksi sodium dodekilbenzen sulfonat di Indonesia pada tahun 2017 sampai 2021 dapat dilihat pada tabel 1.2

Tabel 1. 2 Data Ekspor Sodium Dodecylbenzene Sulfonate di Indonesia

Tahun	Ekspor (Ton/Tahun)
2017	50.055,389
2018	50.026,478
2019	55.583,473
2020	61.833,609
2021	65.329,876

Sumber : Badan Pusat Statistik, 2024.

Dari data ekspor didapatkan grafik linear antara data tahun pada sumbu x dan data ekspor pada sumbu y, dapat dilihat pada grafik 1.2



Gambar 1. 1 Grafik Impor Sodium Dodecylbenzene Sulfonate

Dari grafik diatas, kebutuhan ekspor sodium dedokilbenzen sulfonat semakin meningkat tiap tahunnya. Di peroleh suatu persamaan regresi linear dari grafik untuk mengetahui proyeksi kebutuhan sodium dodekilbenzen sulfonat di tahun yang akan datang :

$$Y = 4235.5x - 8494909.3 \quad (1.2)$$

$$\text{Jumlah ekspor tahun ke} = 4235.5 \times (\text{tahun}) - 8494909.3$$

Karena rencana pembangunan pabrik sodium dodekilbenzen sulfonat akan didirikan pada tahun 2028, maka prediksi untuk kebutuhan ekspor sodium dodekilbenzen sulfonat pada tahun 2028 diperkirakan sebesar 94.684 ton.

1.2.3 Konsumsi Sodium Dodekilbenzen Sulfonat Dalam Negeri

Data konsumsi sodium dodekilbenzen sulfonat di Indonesia dapat diketahui dari industri yang menggunakan sodium dodekilbenzen sulfonat sebagai bahan baku pembuatan produk. Beberapa industri tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 1. 3 Daftar pabrik pengguna sodium dodekilbenzen sulfonat di Indonesia

Nama Pabrik	Kapasitas (Ton/Tahun)
PT. Unilever Indonesia	100.500
PT. Unggul Indah Cahaya	200.000
Total	300.500

Sumber : Kemenperin.go.id

Dengan data diatas, diketahui bahwa pabrik yang disebutkan tidak menunjukkan jumlah konsumsi sodium dodekilbenzen sulfonat secara keseluruhan. Data konsumsi sodium dodekilbenzen sulfonat dapat dihitung dari 20% total kapasitas pabrik yaitu sbesar 45.075 ton/tahun. Penentuan angka 15% diambil dari peraturan SNI 06-4075-1996 dimana dicantumkan syarat mutu deterjen cair yang dipakai pada berbagai industri dan kosmetik, salah satu peremeter yang dipersyaratkan adalah kadardari surfaktan anionik minimal 15-30%.

1.2.4 Ketersediaan dan Kebutuhan Bahan Baku

Tabel 1. 4 Data ketersediaan dan kebutuhan bahan baku

Bahan Baku	Kebutuhan (ton/tahun)	Ketersediaan (ton/tahun)	Nama Pabrik
Dodekilbenzen	56.481,796	80.000	PT. Unggul Indah Jaya PT. Indo Sukses
Dodekilbenzen	56.481,796	80.000	Sentral Usaha PT. Indonesian
Oleum	51.086,178	82.000	Acids Industry PT. Aozora Agung
NaOH	9.169,337	700.000	Perkasa

1.2.5 Kapasitas Pabrik

Untuk menentukan kapasitas produksi perlu diperhatikan beberapa aspek yaitu

supply dan demand.

- a. *Supply* = Produksi + Impor
 = 0 + 56.628 ton/tahun
 = 56.628 ton/tahun
- b. *Demand* = Konsumsi + Ekspor
 = 45.075 ton /tahun + 94.684 ton/tahun
 = 139.759 ton/tahun
- c. Peluang kapasitas pabrik = Demand – Supply
 Peluang kapasitas pabrik = 139.759
 ton/tahun – 56.628 ton/tahun
 Peluang kapasitas pabrik = 83.131 ton/tahun.
- d. Kapasitas produksi = 40% x Peluang
 = (40/100) x 83.131 ton/tahun
 = 33.2524 ton/tahun
 Kapasitas produksi = 35.000 ton/tahun

Maka diambil 40% dari peluang kapasitas yang didapatkan sehingga kapasitas pabrik sodium dodekilbenzen sulfonat yang didirikan sebesar 35.000 ton/tahun pada tahun 2028.

1.2.6 Kapasitas Pabrik Sodium Dodekilbenzen Sulfonat Dunia

Penentuan kapasitas pabrik harus mempertimbangkan kapasitas pabrik sebelumnya untuk memberikan gambaran dan bisa dijadikan bahan pertimbangan.

Tabel 1. 5 Kapasitas pabrik sodium dodekilbenzen sulfonat di dunia

Nama Pabrik	Negara	Kapasitas (ton/tahun)
<i>Henan Brilliant Biotech Co., Ltd</i>	<i>China</i>	120.000
<i>Chemfine International Co., Ltd</i>	<i>China</i>	50.000
<i>Badische Anilin-und Soda-Fabrik (BASF)</i>	<i>Jerman</i>	40.000
<i>Zhengzhou Magic Star Co., Ltd</i>	<i>China</i>	30.000

Sumber : Kemenperin.go.id

Dari data-data diatas, maka ditetapkan untuk kapasitas perancangan pabrik sodium dodekilbenzen sulfonat yang rencana akan didirikan pada tahun 2028 adalah sebesar 35.000 ton/tahun dengan beberapa pertimbangan sebagai berikut:

- Kapasitas produksi pabrik sodium dodekilbenzen sulfonat di dunia minimal 30.000 ton/tahun.
- Kapasitas produksi pabrik sodium dodekilbenzen sulfonat sebesar 35.000 ton/tahun
- Kebutuhan sodium dodekilbenzen sulfonat dalam negeri dapat terpenuhi dan mengurangi ketergantungan pada impor sodium

dodekilbenzen sulfonat.

- Membuka peluang ekspor sodium dodekilbenzen sulfonat ke luar negeri.

1.3 Penentuan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik sangat penting untuk kemajuan serta kelangsungan dari suatu industri kini dan pada masa yang akan datang karena berpengaruh terhadap faktor produksi dan distribusi dari pabrik yang didirikan. Penentuan lokasi perusahaan sangat berkaitan erat dengan aspek-aspek lain, diantaranya lokasi tersebut harus mempunyai keuntungan jangka panjang termasuk pertimbangan untuk memperluas perusahaan pada masa yang akan datang. Pabrik Sodium Dodekilbenzen Sulfonat dengan kapasitas 35.000 ton per tahun ini direncanakan akan dibangun di Kawasan Industri Cilegon, Banten.



Gambar 1. 2 Lokasi Pabrik Sodium Dodecylbenzene Sulfonate

Ada banyak variabel yang berperan, jadi tidak selalu mudah untuk menentukan dengan tepat lokasi pabrik. Lokasi yang ideal akan memberikan peluang untuk memperluas pabrik dan menghasilkan keuntungan jangka panjang. Faktor-faktor berikut dapat digunakan untuk memperhitungkan pertimbangan lokasi :

- a. Kemampuan mendapatkan bahan baku yang berkesinambungan dan dengan harga yang cukup murah.
- b. Kemampuan melayani konsumen dengan memuaskan.
- c. Kemudahan dalam mendapatkan tenaga karyawan.

Maka dari itu, ketika memilih lokasi pabrik, faktor primer dan sekunder harus sangat dipertimbangkan.

1. Faktor Primer

Komponen ini secara langsung mempengaruhi tujuan utama dari industri kimia yang meliputi pembuatan dan peredaran barang-barang yang diatur menurut jenis dan kualitasnya yang merupakan komponen dari faktor primer.

a) Penyediaan Bahan Baku

Bahan baku adalah kebutuhan utama pembuatan suatu produk untuk keberlangsungan sebuah pabrik, sehingga lokasi bahan baku sangat diperhatikan. Bahan baku dodekilbenzen dapat diperoleh dari PT. Unggul Indah Cahaya Tbk yang terletak di Cilegon, Banten. Untuk bahan baku oleum diperoleh dari PT *Indonesian Acids Industry* yang terletak di Bekasi. Untuk bahan baku NaOH 20% dibeli dari PT. Aozora Agung Perkasa yang terletak di Banten.

b) Pemasaran produk

.Produk utama dari pabrik ini yang merupakan salah satu surfaktan yang digunakan untuk pembuatan detergen, sehingga dapat dipasarkan ke pabrik *Unilever*, PT. Unggul Indah Corporation, *KOA*, *Wings* (dll) yang terletak di pulau Jawa dan sekitarnya. Pemasaran dan pendistribusian produk mudah dijangkau karena tersedianya sarana transportasi yang memadai baik jalur darat maupun jalur laut.

c) Sarana dan Transportasi

Pembelian bahan baku dan penjualan produk dapat dilakukan melalui jalur darat maupun laut. Lokasi yang dipilih dalam rencana pembangunan pabrik ini merupakan kawasan industri yang lokasinya sudah tersedia jalan raya yang dapat dilalui mobil dan truk serta berdekatan dengan Pelabuhan Merak, Cigading dan Ciwandan, sehingga bahan baku dan penjualan produk dapat dilakukan melalui jalur darat maupun laut.

d) Tenaga kerja

Tersedianya tenaga kerja yang terampil mutlak diperlukan untuk menjalankan mesin – mesin produksi dan juga bagian pemasaran dan administrasi. Tenaga kerja dapat direkrut dari daerah Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah dan sekitarnya.

e) Utilitas

Kawasan industri Cilegon merupakan kawasan industri yang terencana sehingga kebutuhan utilitas seperti tenaga listrik, air dan bahan bakar dapat diatasi. Kebutuhan air dapat diperoleh dari sungai Cidanau yang berada dekat lokasi pabrik, sedangkan unit pengadaan listrik diambil dari PLN setempat dan generator sebagai cadangan.

2. Faktor Sekunder

Yang termasuk ke dalam faktor sekunder antara lain adalah:

a. Karakteristik Lokasi

Karakteristik lokasi yang berkaitan dengan iklim setempat, kemungkinan terjadinya banjir, dan kondisi sosial masyarakat. Dalam hal ini, variasi antara musim hujan dan musim kemarau relatif sedikit.

b. Kebijakan Pemerintah dan Peraturan Daerah

Persyaratan fondasi lini produksi untuk fokus pada beberapa variabel intrik pemerintah yang terlibat dengannya. Strategi peningkatan modern dengan peruntukan setara pekerjaan membuka pintu, bantuan pemerintah dan hasil kemajuan. Selain itu, jalur produksi yang ditata harus kuat secara alami, dan itu menyiratkan bahwa keberadaan pabrik manufaktur tidak mengganggu atau mencoba merusak iklim secara umum. Kebijakan ini dibuat dengan tujuan kesejahteraan masyarakat di daerah tersebut. Tinggi rendahnya nilai upah suatu daerah juga dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan menentukan lokasi pabrik agar faktor tersebut diharapkan mampu memenuhi tujuan awal. Berdasarkan pertimbangan faktor-faktor di atas, maka lokasi pendirian pabrik natrium dodekilbenzen sulfonat ditempatkan di Cilegon, Banten.

1.4 Tinjauan Pustaka

Natrium Dodekilbenzen Sulfonat merupakan zat aktif surfaktan yang mempunyai ujung berbeda yaitu hydrophile (suka air) dan hydrophobe (suka lemak). Bahan aktifnya berfungsi untuk menurunkan tegangan permukaan bahan sehingga dapat melepaskan kotoran yang menempel pada permukaan bahan natrium dodekilbenzen sulfonat digunakan sebagai bahan baku pembuatan detergen. Natrium dodekilbenzen sulfonat sendiri juga

dapat digunakan pada berbagai bidang, yaitu pencucian alat-alat industri, pencucian bahan tekstil, sebagai bahan pengemulsi, dan digunakan sebagai finishing dalam industri pulp. (Kirk Othmer, 1983)

1.4.1 Macam-macam Proses

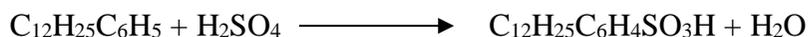
Pemilihan proses sangatlah penting yang bertujuan untuk menentukan proses yang akan dilakukan dalam pabrik. Hal tersebut dapat dilihat dari segi yang menguntungkan baik dari segi ekonomi maupun teknik. Terdapat 2 tahap pada proses pembuatan sodium dodekilbenzen sulfonat, yaitu tahap sulfonasi dan tahap netralisasi. Tahap sulfonasi ini dapat digunakan dengan beberapa macam proses, sehingga dibutuhkan seleksi untuk mendapatkan hasil yang optimal. Dalam pembuatan sodium dodekilbenzen sulfonat ini ada 3 macam proses antara lain:

a. Reaksi langsung dengan H_2SO_4

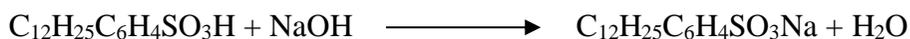
Proses sulfonasi dengan H_2SO_4 merupakan cara yang pertama kali dilakukan. Pada proses yang menggunakan asam sulfat ini akan menghasilkan asam dodekilbenzena sulfonat dan air.

Reaksi yang terjadi:

1. Sulfonasi



2. Netralisasi



Pada pembuatan sodium dodekilbenzen sulfonat dengan H_2SO_4 sangat mudah dalam penanganannya. Namun reaksi pembuatan sodium dodekilbenzen sulfonat dengan H_2SO_4 tidak banyak digunakan karena sangat banyak menghasilkan air. Adanya air akan mengganggu reaksi, karena keberadaan air tersebut menunjukkan terjadinya kesetimbangan reaksi sehingga konversi yang dihasilkan rendah.

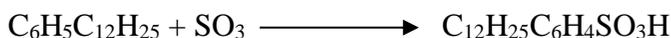
Proses sulfonasi dengan menggunakan H_2SO_4 100% ini dapat berjalan secara batch maupun kontinyu. Proses berlangsung pada suhu antara 0 – 50 °C dengan tekanan 1 atm. Tergantung pada kualitas warna produk yang diinginkan, serta pada proses ini tidak menggunakan katalis sehingga Dodekilbenzen yang digunakan langsung direaksikan dengan H_2SO_4 . Waktu reaksi yang diperlukan adalah 30 jam dengan yield yang dihasilkan 80%.

b. Reaksi dengan SO₃

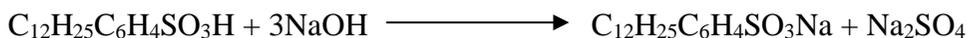
Pada pembuatan natrium dodekilbenzen sulfonat dengan gas SO₃ terdiri dari empat tahapan yaitu: proses pemanasan sulfur, oksidasi gas SO₂ menjadi SO₃, proses sulfonasi dan proses netralisasi. Pengeringan udara dalam proses ini bertujuan untuk menghilangkan kandungan air yang terdapat di udara dan apabila diudara masih terdapat kandungan air dalam jumlah yang cukup banyak maka akan mengakibatkan terbentuknya oleum pada reaksi antara H₂O dengan SO₃, serta menyebabkan kualitas warna natrium dodekilbenzen sulfonat menjadi rendah.

Reaksi yang terjadi:

1. Sulfonasi



2. Netralisasi



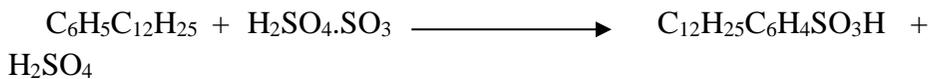
Reaksi sulfonasi sendiri terjadi dalam suatu reaktor gelembung dengan mengalirkan Dodekilbenzen dan gas SO₃ secara berlawanan untuk menghasilkan Natrium Dodekilbenzen Sulfonat. Pada proses sulfonasi dengan gas SO₃ ini tidak membentuk air serta menghasilkan panas yang tinggi, umumnya pada reaksi sulfonasi bersifat eksotermis yaitu sekitar 170 KJ/mol, maka mudah terjadi polisulfonat. Pada proses sulfonasi menggunakan gas SO₃ memerlukan biaya produksi yang lebih mahal dibandingkan reaksi sulfonasi dengan H₂SO₄ 100 % dan Oleum, dan juga menghasilkan produk yang berwarna lebih gelap, serta terdapat reaksi samping yang tidak diinginkan.

c. Reaksi dengan Oleum

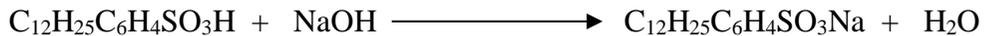
Proses sulfonasi dengan Oleum reaksi terjadi pada Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) dengan suhu reaksi 30 – 60 °C dan tekanan 1 atm. Oleum yang digunakan pada reaksi ini adalah oleum dengan massa perbandingan antara dodekilbenzen dan oleum adalah 1: 1,25. Dodekilbenzen dan oleum dialirkan ke dalam reaktor dengan hasil keluaran berupa asam dodekilbenzen sulfonat dan H₂SO₄ dengan sedikit air.

Reaksi yang terjadi:

1. Sulfonasi



2. Netralisasi



Pada proses ini memiliki keunggulan yaitu selain penanganannya mudah, biaya produksi juga relatif lebih murah jika dibandingkan dengan proses yang lain, produk yang dihasilkan berwarna terang dan menghasilkan produk samping yang berupa H_2SO_4 yang dapat dijual kembali di pasaran. Kondisi operasi pada reaksi sulfonasi dengan oleum ini berlangsung pada suhu rendah dan tekanan atmosferis sehingga penanganannya mudah serta energi yang dibutuhkan kecil. Namun, pada proses ini memiliki kelemahan yaitu masih kurangnya pabrik di Indonesia yang memproduksi Oleum.

Tabel 1.6 Perbandingan Macam-Macam Proses

No	Reaksi	Metode Sulfonasi		
1	Reaktor	RATB	RATB	Gelembung
2	Bahan baku	H_2SO_4	Oleum	Gas SO_3
3	Temperatur	0 – 50°C	30 – 60°C	50°C
4	Tekanan	1 atm	1 atm	1 atm
5	Hasil Samping	H_2O	H_2SO_4	-
6	Konversi	97%	99%	96%
7	Fase	Padat - cair	Padat - cair	Gas - padat

Dari ketiga uraian proses sulfonasi diatas, proses yang dipilih dalam pembuatan sodium dodekilbenzen sulfonat pada pabrik ini adalah proses sulfonasi antara Dodekilbenzen dan Oleum. Alasan pemilihan proses didasarkan pada:

- Proses Produksi lebih sederhana, dengan biaya produksi rendah dan menghasilkan produk samping berupa H_2SO_4 yang dapat dipasarkan kembali.
- Proses lebih mudah dalam penanganannya dan kondisi operasi yang mudah dicapai, yaitu pada suhu 30-60 °C dan tekanan 1 atm.
- Bahan baku cukup tersedia serta didapatkan konversi yang cukup tinggi sekitar 99%.

1.4.2 Pemilihan Proses

Dari uraian proses sulfonasi diatas, proses yang dipilih dalam pembuatan sodium dodekilbenzen sulfonat adalah proses sulfonasi

antara dodekilbenzen dan oleum. Tujuan dan alasan pemilihan proses ini di dasarkan pada:

- a) Proses produksi lebih sederhana, dengan biaya produksi rendah dan menghasilkan produk samping berupa H_2SO_4 yang dapat dipasarkan.
- b) Proses penanganannya dan kondisi operasinya lebih mudah dicapai, yaitu pada suhu $30^\circ C$ dan tekanan 1 atm.
- c) Bahan baku cukup tersedia serta konversi yang didapatkan cukup tinggi sekitar 99%

1.4.3 Kegunaan Produk

Manfaat Sodium Dodecylbenzene Sulfonate adalah sebagai surfaktan anionik pada deterjen. Surfaktan (*surface active agent*) merupakan zat aktif permukaan yang mempunyai ujung berbeda yaitu hidrofilik (suka air) dan hidrofobik (suka lemak). Bahan aktif ini berfungsi menurunkan tegangan permukaan air sehingga dapat melepaskan kotoran yang menempel pada permukaan bahan. Sodium Dodecylbenzene Sulfonate merupakan surfaktan jenis lunak, karena bahan penurun tegangan permukaannya mudah dirusak oleh mikroorganisme, sehingga tidak aktif lagi setelah dipakai.

1.4.4 Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku dan Produk

1.4.4.1. Sifat fisik dan kimia bahan baku

a. Dodekilbenzen

Sifat Fisis Dodekilbenzen

Rumus molekul	: $C_{12}H_{25}C_6H_5$
Bentuk	: Cair
BM	: 246 kg/kmol
Warna	: Tidak berwarna
Bau	: Tidak berbau
Titik Didih	: $275^\circ C$
Densitas	: 0,86 kg/liter

Sifat kimia Dodekilbenzen:

- Tidak larut dalam air
- Larut dalam lemak

Supplier : PT. Unggul Indah Cahaya Tbk

b. Oleum 20%

Sifat Fisis Oleum:

Rumus kimia : H_2SO_4, SO_3

Bentuk	: Cair
Komposisi berat	: 20% SO ₃ dan 80% H ₂ SO ₄
Berat molekul	: 178,14 kg/kmol
Bentuk	: Cair
Titik didih	: 140°C
Titik leleh	: 1°C
Densitas	: 1,916 kg/liter

Sifat kimia Oleum 20%:

- Larut dalam air
- Tidak mudah terbakar
- Korosif

Suplier : PT. Indonesian Acids industry

c. Natrium Hidroksida 20%

Sifat Fisis

Rumus molekul	: NaOH
BM	: 40kg/kmol
Berbentuk	: Cair
Titik didih	: 142°C
Titik leleh	: 12°C
Densitas	: 1,525 kg/liter

Sifat kimia NaOH 20% :

- Mengalami ionisasi sempurna dalam air
- Tidak mudah terbakar
- Larutan elektronik kuat
- Merupakan larutan basa
- Mudah menguap

Suplier : PT. Aozora Agung Perkasa

1.4.4.2 Sifat-sifat produk

a. Sodium Dodecylbenzene Sulfonate

Rumus Molekul	: C ₁₂ H ₂₅ C ₆ H ₄ SO ₃ Na
BM	: 348 g/ml
Titik didih	: 212°C
Densitas	: 1,0812 g/cm ³
Viskositas	: 0,4554 cP

Kapasitas panas (Cp)	: 0,108 kkal/kg.K
Kemurnian	: 94,7 %
Impuritis Natrium Sulfat)	: 5,3 % (dodekilbenzen & Natrium Sulfat)
Wujud	: Serbuk

Sifat kimia:

- Larut dalam air
- Memiliki gugus polar dan non polar pada molekul yang sama
- Dapat terurai oleh mikroorganisme (biodegradable)

b. Asam Sulfat

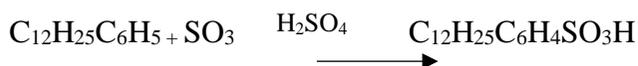
Rumus Molekul	: H ₂ SO ₄
BM	: 98 g/ml
Titik didih	: 337°C
Densitas	: 1,8270 kg/m ³
Viskositas	: 0,4577 cP
Kapasitas panas (Cp)	: 701,816 j/mol..K
Kemurnian	: 99,9%
Impuritis	: 0,1% H ₂ O
Wujud	: Cair

Sifat kimia:

- Sangat larut dalam air
- Merupakan asam kuat
- Korosif
- Mempunyai senyawa kovalen

1.5 Reaksi Dasar

Reaksi pembentukan Asam Dodekilbenzen Sulfonat adalah reaksi yang terjadi antara Dodekilbenzen dengan Oleum 20% (proses dodekilbenzen-oleum 20%) dengan reaksi berikut:



Reaksi berjalan pada suhu 30°C dengan tekanan 1 atm. Pemilihan kondisi operasi didasarkan pada pertimbangan bahwa kondisi tersebut merupakan kondisi optimum untuk pembentukan Asam Dodekilbenzen Sulfonat dari Dodekilbenzen dan Oleum 20%. Pada reaksi pembentukan Asam Dodekilbenzen Sulfonat dari Dodekilbenzen dan

Oleum 20% ini akan diperoleh konversi 99% terhadap Dodekilbenzen (Groggins, 1958). Reaksi berjalan pada kondisi isothermal sehingga suhu dalam reaktor harus dijaga konstan pada 30°C maka digunakan reaktor jenis Reaktor Batch Berpengaduk yang dilengkapi dengan jaket pendingin.

1..6 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika

1.6.1 Tinjauan Termodinamika

Tinjauna termodinamika dilakukan untuk mengetahui rekasi tersebut memerlukan panas atau melepaskan panas. Secara termodinamika rekasi pembentuk Dodekilbenzen Sulfonat dapat dilihat dari harga dan konstanta kesetimbangannya.

Reaksi Sulfonasi :



❖ Panas reaksi pada suhu standar (T=298K)

$$\Delta H^{\circ} f \text{ } C_{12}H_{25}C_6H_5 = -178,7 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^{\circ} f \text{ } H_2SO_4 \cdot SO_3 = -783,13 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^{\circ} f \text{ } C_{12}H_{25}C_6H_4SO_3Na = -819,27 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^{\circ} f \text{ } H_2SO_4 = -735,13 \text{ kJ/mol}$$

❖ Panas rekasi standar (ΔH_r°)

$$\Delta H^{\circ} f \text{ Reaksi} = \Delta H_f^{\circ} \text{ produk} - \Delta H_f^{\circ} \text{ reaktan}$$

$$\Delta H^{\circ} f = \{-1554,4\} - \{-961,83\}$$

$$= -592,57 \text{ kJ/mol}$$

Karena ΔH_r° bernilai negatif maka rekasi bersifat eksotermis.

ΔH pada suhu reaksi

50°C (323 K) adalah

$$dH = n \cdot C_p \cdot dT$$

$$\Delta H = n \int_{298 \text{ K}}^{323 \text{ K}} C_p \cdot dT$$

$$\Delta H = [\sum n \cdot C_p \text{ produk} - \sum n \cdot C_p \text{ reaktan}] dT$$

$$\Delta H = 197452,834 \text{ kJ/mol} - 200722,028 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H = -3269,194 \text{ kJ/mol}$$

❖ Konstanta kesetimbangan (K) pada keadaan standar

$\Delta G_f^\circ = -RT \ln K$ Dimana :

ΔG_f° : Energi Gibbs pada keadaan standar
(T=298°K, P = 1atm), J/mol

ΔH_r° : Panas rekasi J/mol

K : Konstanta kesetimbangan

T : Suhu standar = 298K

R : Tetapan Gas

Ideal = 8,314 J/mol.K

Pada suhu kamar diperoleh data sebagai berikut:

Komponen	ΔG_{298} (kJ/mol)
$C_{12}H_{25}C_6H_5$	211,79
$H_2SO_4.SO_3$	-626,214
$C_{12}H_{25}C_6H_4SO_3Na$	-133,26
H_2SO_4	-690,003

$$\begin{aligned}\Delta G_{f298 K} &= \Sigma \Delta G_{\text{produk}} - \Sigma \Delta G_{\text{reaktan}} \\ &= (-832,263) - (-414,424) \\ &= -417,839 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

$$\ln K_{298} = -\frac{\Delta G_f^0}{RT}$$

$$\ln K_{298} = \frac{408.839 \text{ J/mol}}{8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \times 298 \text{ K}}$$

$$\ln K_{298} = 165,016$$

$$K_{298} = 4,6295 \times 10^{71}$$

❖ konstanta kesetimbangan (K) pada $T = 50^\circ\text{C} = 323 \text{ K}$

$$\ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{-\Delta H}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

Dengan :

K_1 = Konstanta kesetimbangan pada 298 K

K_2 = Konstanta kesetimbangan pada suhu operasi

T_1 = Suhu standar ($25^\circ\text{C} = 298\text{K}$)

T_2 = Suhu operasi ($50^\circ\text{C} = 323\text{K}$)

R = Tetapan Gas Ideal = $8,34 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$

ΔH = Panas reaksi standar pada 298 K

$$\ln \frac{K_{323}}{K_{298}} = \frac{-112000 \text{ J/mol}}{8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}} \left(\frac{1}{323 \text{ K}} - \frac{1}{298 \text{ K}} \right)$$

$$\begin{aligned}\ln \frac{K_{323}}{K_{298}} &= 3,499 \frac{K_{298}}{K_{323}} \\ \frac{K_{323}}{K_{298}} &= e^{3,499} \\ \frac{K_{323}}{K_{298}} &= 4,63 \times 10^{71}\end{aligned}$$

$$= 33,08 K_2 = 1,531 \times 10^{73}$$

Karena harga konstanta kesetimbangan relatif besar, maka reaksi berlangsung searah, yaitu ke kanan (irreversible)

1.6.2 Tinjauan Kinetka

Reaksi pembentukan Asam Dodekilbenzen Sulfonat dari Dodekilbenzen dan Oleum 20% merupakan reaksi orde 2 (Groggins, 1958). Sehingga persamaan kecepatan reaksi sebagai berikut (Levenspiel, 1999):

$$-r_A = k C_A C_B$$

$$-r_A = k C_{A0} (1 - X_A) (C_{B0} - C_{A0} X_A) ; M = \frac{C_{B0}}{C_{A0}}$$

Dimana :

(-ra) = kecepatan zat A (Dodekilbenzen)

k = konstanta kecepatan reaksi, lt/mol.jam

C_A = konsentrasi Dodekilbenzen pada waktu t, mol/L

C_B = konsentrasi Oleum 20% pada waktu t, mol/L

C_{A0} = konsentrasi Dodekilbenzen mula-mula (sebelum bereaksi), mol/L

C_{B0} = konsentrasi oleum 20% mula-mula (sebelum bereaksi), mol/L

X_A = konversi terhadap Dodekilbenzen

$$-r_A = k C_{A0} (1 - X_A) (M C_{A0} - C_{A0} X_A)$$

$$-r_A = k C_{A0}^2 (1 - X_A) (M - X_A) \quad (i)$$

$$r = \frac{C_{A0} X_A}{-r_A} \quad (\text{Levenspiel, 1999}) \quad (ii)$$

Persamaan (i) substitusi ke (ii) menjadi

$$r = \frac{C_{A0} X_A}{k C_{A0}^2 (1 - X_A) (M - X_A)}$$

Dari beberapa sumber dan hasil perhitungan diperoleh data-data sebagai berikut:

Massa C₁₂H₂₅C₆H₅ : H₂SO₄.SO₃ = 1 : 1,25

Konversi (X_A) = 99%

Waktu tinggal (τ) = 5 jam