

PRA PERANCANGAN PABRIK
LINEAR ALKYL BENEZE SULFONATE (LAS) POWDER
DENGAN PROSES OLEUM 20% KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN



SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Mata Kuliah Skripsi dan Seminar
Skripsi pada Jurusan S.Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Sekolah Vokasi,
Universitas Diponegoro**

Disusun Oleh:

Azzahra Nadientsa

40040119650088

PRODI S-TR TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI

DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI

SEKOLAH VOKASI

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2023

PRA PERANCANGAN PABRIK
LINEAR ALKYL BENEZE SULFONATE (LAS) POWDER
DENGAN PROSES OLEUM 20% KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN



SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Mata Kuliah Skripsi dan Seminar
Skripsi pada Jurusan S.Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Sekolah Vokasi,
Universitas Diponegoro**

Disusun Oleh:

Azzahra Nadianta

40040119650088

PRODI S-TR TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI

DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI

SEKOLAH VOKASI

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2023

HALAMAN PENGESAHAN

**PRA PERANCANGAN PABRIK *LINEAR ALKYL*BENEZE SULFONATE
(LAS) *POWDER* DENGAN PROSES *OLEUM* 20% KAPASITAS 15.000
TON/TAHUN**

SKRIPSI

**Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan
Teknik**

Disusun Oleh:

Azzahra Nadientsa

40040119650088

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir (Skripsi)

Semarang, 20 Juli 2023

Dosen Pembimbing

(Hermawan Dwi Ariyanto, S.T., M.Sc., Ph.D.)

NIP. H.7. 199005152021021001

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Judul Skripsi : Pra-Rancangan Pabrik *Linear Alkylbeneze Sulfonate (LAS) Powder* dengan Proses *Oleum 20%* Kapasitas 15.000 Ton/Tahun

Identitas Penulis :

Nama : Azzahra Nadianta

NIM : 40040119650088

Fakultas : Sekolah Vokasi / S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Skripsi ini telah disahkan dan disetujui pada:

Hari : Jumat


Tanggal : 18 Agustus 2023


Semarang, 18 Agustus 2023

Mengetahui,
Tim Penguji

Penguji I,

Penguji II,


Anggun Puspitarini Siswanto, S.T., Ph.D.
NIP. H.7.198803152018072001


Rizka Amalia, S.T., M.T.
NIP. H.7.199203122018072001

LEMBAR PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Azzahra Nadientsa

NIM : 40040119650088

Judul Tugas Akhir/Skripsi : Pra Perancangan Pabrik *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (LAS)
Powder dengan Proses *Oleum* 20% Kapasitas 15.000 Ton/Tahun

Fakultas/Jurusan : Sekolah Vokasi/Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama Shaffa Isti Fadhilah didampingi pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Diponegoro sesuai aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Semarang, 20 Juli 2023

Azzahra Nadientsa

NIM. 40040119650088

RINGKASAN

Pra perancangan pabrik *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (LAS) dari *Linear Alkylbenzene* dan *Oleum* 20% dengan proses sulfonasi kapasitas 15.000 ton/tahun ini dilakukan untuk memenuhi kebutuhan surfaktan dalam dan luar negeri. Pabrik ini direncanakan didirikan di Kawasan Industri Cikarang Bekasi, Jawa Barat pada tahun 2025 dan beroperasi pada tahun 2027. Bahan baku yang digunakan yaitu *Linear Alkylbenzene* yang diperoleh dari PT. Unggul Indah Cahaya Indonesia, *Oleum* dari PT. Indonesian Acids Industry, dan NaOH dari PT. Ashimas Chemical Indonesia. Mekanisme proses pembentukan *Linear Alkylbenzene Sulfonate* menggunakan reaksi 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. Reaksi yang terjadi yaitu reaksi sulfonasi dan netralisasi menggunakan bantuan NaOH dengan produk samping berupa H₂SO₄. Konversi reaksi yang dihasilkan sebesar 96%.

Proses pembuatan *Linear Alkylbenzene Sulfonate* ini berlangsung secara eksotermis irreversible pada fase cair, dengan alat utama yang digunakan yaitu heat exchanger, reaktor sulfonasi, decanter, netralizer, evaporator, dan spray dryer. Sedangkan unit pendukung proses terdiri dari unit penyediaan dan pengolahan air, unit pengadaan steam, unit pengadaan listrik, unit pengadaan bahan bakar, unit pengadaan udara tekan, dan unit pengolahan limbah.

Berdasarkan analisa kelayakan, diperoleh nilai *Profit on Sales* (POS) sebelum pajak 21,17% dan 15,88% sesudah pajak, nilai *Return of Investment* (ROI) sebelum pajak 40,74% dan sesudah pajak sebesar 30,56%, *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak 2,01 tahun dan sesudah pajak adalah 2,53 tahun, *Internal Rate of Return* (IRR) sebesar 57%, dengan *Break Even Point* (BEP) sebesar 40,76%, dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 23,37%. Dari hasil analisa evaluasi kelayakan dapat disimpulkan bahwa pabrik ini memiliki peluang bisnis yang baik dan layak untuk didirikan.

SUMMARY

The predesign of the Linear Alkylbenzene Sulfonate plant from Linear Alkylbenzene and Oleum 20% with a sulfonation process with a capacity of 15.000 tons/year is carried out to meet domestic and foreign surfactant needs. This factory is planned to be established in the Cikarang Industrial Estate Bekasi, West Java in 2025 and operate in 2027. The raw material used is Linear Alkylbenzene obtained from PT. Unggul Indah Cahaya Indonesia, Oleum from PT. Indonesian Acids Industry, and NaOH from PT. Ashimas Chemical Indonesia. The mechanism of the linear formation process of alkylbenzene sulfonate uses a sulfonation reaction with 20% Oleum using a Stirred Tank Flow Reactor (RATB) with a temperature of 38-60°C and a pressure of 1 atm. The Oleum used is 20% Oleum with a mole ratio of alkylbenzene and Oleum is 1:1.25. The reaction that occurs is a sulfonation and neutralization reaction using the help of NaOH with by-products in the form of H₂SO₄. The resulting reaction conversion is 96%.

The process of making Linear Alkylbenzene Sulfonate takes place exothermistically irreversible in the liquid phase, with the main tools used are heat exchangers, sulfonation reactors, decanters, neutralizers, evaporators, and spray dryers. While the process support unit consists of a water supply and treatment unit, steam procurement unit, electricity procurement unit, fuel procurement unit, compressed air procurement unit, and waste treatment unit.

Based on feasibility analysis, the value of Profit on Sales (POS) before tax is 21,17% and 15.88% after tax, Return of Investment (ROI) before tax is 40,74% and after tax is 30,56%, Pay Out Time (POT) before tax is 2,01 years and after tax is 2,53 years, Internal Rate of Return (IRR) is 63%, with Break Even Point (BEP) is 40,76%, and Shut Down Point (SDP) of 23.37%. From the results of the feasibility evaluation analysis, it can be concluded that this factory has a good business opportunity and is feasible to be established.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT, atas berkat, rahmat, dan hidayah-Nya skripsi dengan judul “Pra Perancangan Pabrik *Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS) Powder* dengan Proses *Oleum 20%* Kapasitas 15.000 Ton/Tahun” dapat terselesaikan dengan baik. Penyusunan laporan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan peran yang diberikan oleh berbagai pihak, maka dari itu pada kesempatan ini penulis akan menyampaikan terima kasih kepada:

1. Mohammad Endy Julianto, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi S.Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri dan selaku Dosen Wali yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk melakukan penyusunan skripsi.
2. Hermawan Dwi Ariyanto, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah membimbing, mengarahkan, mendukung secara material dan moral selama proses penyusunan laporan skripsi.
3. Seluruh dosen, tenaga kependidikan, dan staff administrasi Program Studi S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri yang telah memberikan kelancaran selama menjalani perkuliahan.
4. Orang tua dan keluarga penulis yang selalu memberikan semangat, doa, kasih sayang, serta dukungan baik secara moral maupun material.
5. Shaffa Isti Fadhilah sebagai rekan tim skripsi yang berjuang bersama, memberikan semangat. Meluangkan waktu dan tenaga dalam penyusunan skripsi ini.
6. Teman-teman Arzhimistri 2019 yang telah membantu memberi semangat, dan telah berproses Bersama dengan penulis dalam kehidupan selama perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun dari pembaca dan pihak terkait sangat diharapkan demi kesempurnaan laporan skripsi ini. Akhir kata, semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Semarang, 20 Juli 2023

Azzahra Nadianta

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iii
LEMBAR PERNYATAAN INTEGRITAS	iv
RINGKASAN	v
SUMMARY.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Kapasitas Rancangan.....	1
1.2.1. Prediksi kebutuhan LAS.....	2
1.2.2. Ketersediaan Bahan Baku.....	5
1.2.3. Kapasitas Minimal Pabrik Sejenis.....	6
1.2.4. Penentuan Kapasitas Produksi.....	7
1.3. Penentuan Lokasi Pabrik	7
1.4. Tinjauan Proses	10
1.4.1. Macam-macam Proses Pembuatan <i>Linear Alkylbenzene Sulfonate</i>	10
BAB II DESKRIPSI PROSES	13
2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	13
2.1.1. Spesifikasi Bahan Baku Utama	13
2.1.2. Spesifikasi Produk.....	14
2.2. Konsep Proses	15
2.2.1. Dasar Reaksi.....	15
2.2.2. Mekanisme Reaksi	16
2.2.3. Tinjauan Thermodinamika	16
2.2.4. Tinjauan Kinetika	18
2.3. Langkah Proses.....	19
2.3.1. Penyimpanan Bahan Baku.....	19
2.3.2. Persiapan Bahan Baku.....	19

2.3.3. Proses Reaksi Sulfonasi.....	19
2.3.4. Proses Pemisahan	20
2.3.5. Proses Netralisasi	20
2.3.6. Proses Pemurnian	20
2.3.7. Proses Pengeringan.....	20
2.3.8. Penyimpanan dan Pengemasan Produk	21
2.4. Diagram Alir.....	22
2.5. Neraca Massa dan Neraca Panas	23
2.5.1. Neraca Massa.....	23
2.5.2. Neraca Panas	28
2.6. Tata Letak Pabrik dan Pemetaan	34
2.6.1. Tata Letak Pabrik	34
2.6.2. Pemetaan Pabrik	35
2.6.3. Tata Letak Peralatan Proses	38
BAB III SPESIFIKASI ALAT	40
3.1. Tangki Penyimpanan <i>Linear Alkylbenzene</i>	40
3.2. Pompa.....	40
3.3. <i>Heat Exchanger</i>	41
3.4. Reaktor Sulfonasi	41
3.5. Decanter.....	42
3.6. Evaporator	42
3.7. Spray Dryer	43
BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM	44
4.1. Unit Pendukung Proses	44
4.1.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air.....	44
4.1.2. Jenis dan Kualitas Air yang Digunakan	48
4.2 Unit Pengadaan <i>Steam</i>	52
4.3 Unit Pengadaan Listrik.....	54
4.3.1 Kebutuhan Listrik untuk Proses	54
4.3.2 Kebutuhan listrik untuk Utilitas	55
4.3.3 Kebutuhan Listrik untuk Pengolahan Limbah	55
4.3.4 Kebutuhan Listrik untuk Bengkel dan Laboratorium	55
4.3.5 Kebutuhan Listrik untuk Instrumentasi.....	55
4.3.6 Kebutuhan Listrik untuk Penerangan	55

4.3.7	Kebutuhan Listrik untuk AC	57
4.3.8.	Kebutuhan Listrik untuk Peralatan Kantor.....	58
4.3.9	Generator	58
4.4	Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	59
4.5	Unit Pengadaan Udara Tekan.....	59
4.6	Unit Pengolahan Limbah.....	59
4.7	Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL).....	60
4.8	Laboratorium.....	61
4.8.1.	Tugas Laboratorium	61
4.8.2.	Program Kerja Laboratorium	61
4.9.	Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup.....	62
4.9.1.	Keselamatan Kerja pada Pabrik Pembuatan <i>Linear Alkylbenzene Sulfonate</i>	63
4.9.2.	Keselamatan Kerja terhadap Listrik.....	63
4.9.3.	Pencegahan terhadap Gangguan Kesehatan	64
4.9.4.	Peralatan Perlindungan Diri	64
4.9.5.	Kesadaran dan Pengetahuan yang Memadai bagi Karyawan.....	65
4.9.6.	Penanganan Kebocoran dan Tumpahan	65
4.9.7.	Pencegahan dan Penanggulangan Bahaya Kebakaran dan Ledakan.....	66
4.10.	Instrumentasi	66
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN.....		68
5.1.	Bentuk Perusahaan	68
5.2.	Struktur Organisasi.....	69
5.3.	Tugas dan Wewenang	72
5.4.	Kebutuhan Karyawan dan Sistem Pengupahan.....	75
5.5.	Waktu Kerja	76
5.6.	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji	77
5.6.1.	Penggolongan Jabatan dan Keahlian.....	77
5.6.2.	Penentuan Jumlah Pekerja.....	78
5.7.	Kesejahteraan Sosial Karyawan	81
5.8.	<i>Corporate Social Responsibility (CSR)</i>	82
BAB VI TROUBLESHOOTING.....		83
6.1	Tangki Penyimpanan	83
6.2	Pompa.....	84
6.3	Reaktor	85

6.4 Decanter.....	86
6.5 Evaporator	86
6.6 Spray Dryer	87
BAB VII ANALISIS EKONOMI.....	88
7.1. Penaksiran Harga Peralatan.....	88
7.2 Penetapan Dasar Perhitungan.....	91
7.3 Perhitungan Biaya Produksi (Production Cost)	91
7.3.1 Penaksiran Modal Industri (<i>Total Capital Investment</i>)	91
7.3.2 Production Cost	94
7.4. Analisis Kelayakan.....	97
7.4.1. <i>Percent Profit on Sales</i> (POS).....	98
7.4.2. <i>Percent Return on Invesment</i> (ROI)	98
7.4.3. <i>Pay Out Time</i> (POT)	98
7.4.4. <i>Internal Rate of Return</i> (IRR)	98
7.4.5. <i>Break Event Point</i> (BEP).....	98
7.4.6. <i>Shut Down Point</i> (SDP).....	99
7.5 Hasil Perhitungan	99
7.5.1 Capital Invesment.....	99
7.5.2 <i>Production Cost</i>	101
7.5.3 <i>General Expanse</i>	102
7.6 Analisa Kelayakan.....	103
DAFTAR PUSTAKA	109
LAMPIRAN A PERHITUNGAN NERACA MASSA.....	111
A.1 Neraca Massa pada Reaktor (R-01).....	112
A.2 Neraca Massa Decanter (D-01)	114
A.3 Neraca Massa Netralizer (N-01).....	115
A.4 Neraca Massa Evaporator (VP-01).....	117
A.5 Neraca Massa Spray Dryer (SD-01).....	118
A.6 Neraca Massa <i>Bag Filter</i> (F-01).....	120
LAMPIRAN B PERHITUNGAN NERACA PANAS.....	124
B.1 Perhitungan Neraca Panas Pada <i>Heat Exchanger</i> (HE-01)	126
B.2 Perhitungan Neraca Panas Pada <i>Heat Exchanger</i> (HE-02)	127
B.3 Perhitungan Neraca Panas Pada <i>Heat Exchanger</i> (HE-03)	128
B.4 Neraca Panas Pada Reaktor	130

	xiii
B.5 Neraca Panas Pada Decanter	132
B.4 Neraca Panas Pada Netralizer	134
B.7 Neraca Panas Pada Evaporator	137
B.6 Neraca Panas Pada Spray Dryer	139
B.8 Neraca Panas Pada Bag Filter	141
LAMPIRAN C PERHITUNGAN SPESIFIKASI ALAT	146
C.1 Tangki Penyimpanan <i>Linear Alkylbenzene</i>	146
C.2 Pompa	153
C.3 <i>Heat Exchanger</i>	158
C.4 Reaktor Sulfonasi	163
C.5 Decanter	172
C.6 Evaporator	176
C.7 Spray Dryer	184
LAMPIRAN D PERHITUNGAN ANALISIS EKONOMI	193
D.1 Penaksiran Harga Peralatan	193
D.2 Perhitungan Biaya	197
D.3 Analisa Kelayakan	214
D.4 Hasil Perhitungan	220

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Impor <i>Linear Alkylbenzene Sulfonate</i> (Badan Pusat Statistik, 2023).....	3
Tabel 1. 2 Data Ekspor <i>Linear Alkylbenzene Sulfonate</i> (Badan Pusat Statistik, 2023)	3
Tabel 1. 3 Data Konsumsi <i>Linear Alkylbenzene Sulfonate</i> (Badan Pusat Statistik, 2023)	3
Tabel 1. 4 Pabrik <i>Linear Alkylbenzene Sulfoante</i> di Indonesia.....	6
Tabel 1. 5. Produsen Detergen di Jawa Barat (Kementerian Perindustrian, n.d., 2023).....	9
Tabel 1. 6 Perbandingan Proses (Kadirun 2010).....	12
Tabel 2. 1 Neraca Massa pada Reaktor (R-01).....	23
Tabel 2. 2 Neraca Massa pada Decanter (D-01)	24
Tabel 2. 3 Neraca Massa pada Netralizer (N-01).....	24
Tabel 2. 4 Neraca Massa pada Evaporator (VP-01).....	25
Tabel 2. 5 Neraca Massa pada Spray Dryer (SD-01).....	26
Tabel 2. 6 Neraca Massa pada Filter (F-01).....	27
Tabel 2. 7 Neraca Panas Heat Exchanger	28
Tabel 2. 8 Neraca Panas Reaktor	30
Tabel 2. 9 Neraca Panas Decanter.....	30
Tabel 2. 10 Neraca Panas Netralizer	31
Tabel 2. 11 Neraca Panas Evaporator	32
Tabel 2. 12 Neraca Panas Spray Dryer	32
Tabel 2. 13 Perincian Penggunaan Tanah Bangunan.....	37
Tabel 4. 1 Syarat Mutu Air Pendingin (ASME Water Quality Standart, 2016).....	48
Tabel 4. 2 Kebutuhan Air Pendingin.....	49
Tabel 4. 3 Persyaratan Air Umpan Boiler (SNI 7268:2009).....	50
Tabel 4. 4 Kebutuhan Air Umpan Boiler	51
Tabel 4. 5 Kebutuhan Air Total	52
Tabel 4. 6 Kebutuhan Steam	53
Tabel 4. 7 Kebutuhan Listrik untuk Proses	54
Tabel 4. 8 Kebutuhan listrik untuk Utilitas	55
Tabel 4. 9 Kebutuhan Lumen.....	56
Tabel 4. 10 Kebutuhan AC.....	57
Tabel 4. 11 Total Kebutuhan Listrik	58