

**PRARANCANGAN PABRIK SODIUM
DODEKILBENZEN SULFONAT DARI
DODEKILBENZEN DAN OLEUM KAPASITAS
81.000 TON/TAHUN
PRARANCANGAN PABRIK**

Diajukan sebagai salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Kimia



Disusun oleh :

Nama : Anisa Nurfitriani
Nim : 19521157

Nama : Siska Oktavani
Nim : 19521167

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2023**

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL
PRARANCANGAN PABRIK SODIUM DODEKILBENZEN SULFONAT
DARI DODEKILBENZEN DAN OLEUM DENGAN KAPASITAS
81.000 TON/TAHUN**

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

**Nama : Anisa Nurfitriani
Nim : 19521157**

**Nama : Siska Oktavani
Nim : 19521167**

Yogyakarta, 06 September 2023

Menyatakan bahwa naskah Prarancangan Pabrik ini sudah ditulis berdasarkan kaidah ilmiah. Jika terdapat unsur plagiasi, maka kami siap menanggung resiko dan konsekuensi sesuai peraturan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



Anisa Nurfitriani

NIM. 19521157



Siska Oktavani

NIM. 19521167

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRARANCANGAN PABRIK SODIUM DODEKILBENZEN SULFONAT DARI

DODEKILBENZEN DAN OLEUM

KAPASITAS 81.000 TON/TAHUN

ISLAM

UNIVERSITAS

INDONESIA

PRARANCANGAN PABRIK

Diajukan sebagai salah satu syarat

Untuk mendapatkan gelar sarjaa Teknik Kimia

Oleh :

Nama : Anisa Nurfitriani

Nim : 19521157

Nama : Siska Oktavani

Nim : 19521167

Yogyakarta, 09 September 2023

الإيمان بالله واليومنة
Pembimbing,


Dr. Khamdan Cahyari, S.T., M.Sc.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
PRARANCANGAN PABRIK SODIUM DODEKILBENZEN SULFONAT
DARI DODEKILBENZEN DAN OLEUM DENGAN
KAPASITAS 81.000 TON/TAHUN

Oleh :

Nama : Anisa Nurfitriani

Nama : Siska Oktavani

Nim : 19521157

Nim : 19521167

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, September 2023

Tim Penguji,

Dr. Khamdan Cahyari, S.T., M.Sc.

Ketua


29/09/2023

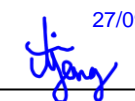
Dr. Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng.

Anggota 1


29/09/2023

Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T.

Anggota 2


27/09/2023

Mengetahui :

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr., Wb.

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan karunia-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan atas junjungan kita Nabi Muhammad S.A.W, sahabat serta para pengikutnya.

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik yang berjudul “Prarancangan Pabrik *Sodium Dodekilbenzen Sulfonat* dari *Dodekilbenzen* dan *Oleum* dengan Kapasitas 81.000 Ton/Tahun”, disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah diperoleh selama dibangku kuliah dan merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan baik dan lancar karena tidak lepas dari dukungan serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang selalu melimpahkan Rahmat dan Hidayahnya yang senantiasa memberikan kemudahan dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
2. Orang Tua dan Keluarga yang selalu memberikan doa, semangat, dan dukungan yang tiada henti-hentinya.
3. Bapak Hari Purnomo, Prof., Dr., Ir., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Ibu Dr. Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
5. Bapak Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D selaku Ketua Prodi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
6. Bapak Dr. Khamdan Cahyari, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

7. Seluruh civitas akademika di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
8. Teman – teman Teknik Kimia 2019 yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan kerja samanya.
9. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu yang telah membantu penyusunan Tugas Akhir ini.

Kami menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran untuk menyempurnakan laporan ini. Akhir kata semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, terutama bagi para pembaca serta penyusun, Aamiin.

Wassalamu'alaikum Wr., Wb.

Yogyakarta, 6 September 2023

Penyusun

LEMBAR PERSEMBAHAN

Assalamualaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahirabbilalamin dengan ucapan syukur yang tiada henti saya panjatkan atas kemudahan yang telah Allah SWT berikan dalam keletihan dan kepenatan sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir perancangan pabrik ini sebagai garis akhir dari perjuangan saya dalam menjalani masa kuliah dan sebagai awal yang baru bagi saya untuk melangkah menuju dunia yang baru.

Perjuangan saya hingga hingga titik ini tidak luput dari orang-orang hebat yang saya temui sebagai penyemangat untuk dapat menyelesaikan setiap tahap hingga mencapai titik akhir ini. Tiada lembar yang paling indah dalam laporan ini kecuali lembar persembahan yang saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua tersayang saya, Ibu Waryati dan Bapak Ahmad Fatoni yang selalu memberi dukungan kepada saya dalam segala keadaan, yang selalu menunggu dan menerima kepulangan saya seanehancur apapun keadaan menghancurkan jiwa dan raga saya. Hanya ucapan terimakasih yang dapat saya berikan meski itu tidak cukup untuk membalas seluruh kasih sayang dan pengorbanan yang telah beliau berikan.
2. Yulia Puspitasari kakak yang telah mengajarkan saya banyak hal dalam hidup, adik saya Afifah Nayla 'Amal dan keponakan saya Archello Hardi Albaihaqi yang selalu membuat saya tertawa bahagia dalam setiap keadaan, dan seluruh anggota keluarga besar yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu. Terimakasih untuk semangat dan doa yang kalian berikan selama

saya menempuh pendidikan perkuliahan. Semoga segala kebaikan kembali kepada yang memberi kebaikan, Aamiin.

3. Untuk seorang hebat yang saya temui di akhir masa kuliah saya ini, yang memberikan saya banyak pelajaran berharga, yang selalu menemani dan menunggu hingga saya dapat menemukan kembali jati diri saya. Terimakasih kepada Raju Hardian, yang telah hadir dan memberikan warna di hidup saya, terimakasih untuk semangat dan motivasi yang tak pernah bosan diberikan kepada saya dalam perjalanan menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Kepada Siska Oktavani sahabat dan patner saya dalam menjalani tugas akhir ini, terimakasih karna telah mau berjuang dan membimbing saya dengan sabar atas ketertinggalan saya dalam belajar terimakasih karena telah berproses bersama menjalani masa kuliah yang penuh kejutan dan menguji kesabaran ini. Selamat berjuang untuk awal petualangan yang baru, semoga kita selalu diberi kemudahan dan kesabaran dalam menjalani apa pun jalan yang akan kita lalui nanti. Aamiin.
5. Teman-teman saya Diah Ayu Setianingrum, Alfiatul Fadhilah, Gina Aliyawati, Diya Ayu Putri Utami, Nur Farida Zulfalaila, Firdaus Zaenudin Putra, M. Syafiq Maulana, Aditya Rizki Anugrah, M. Wisnu Prasetyo, penghuni Wisma Putri Ningtyas dan teman-teman Teknik Kimia 2019 lain yang tidak bisa saya sebutkan satu-satu. Terimakasih sudah menjadi bagian dalam cerita yang indah di masa perkuliahan ini. See you on top guys!
6. Departemen, senior dan staff lapangan sebagai tempat saya dalam berproses untuk saya dapat mengerti sangat banyak sifat, pemikiran, dan ego manusia

yang akan saya temui di depan nanti. Terimakasih telah mengajarkan saya makna dari sebuah perjuangan.

7. Sahabat-Sahabat saya sejak kecil Meliana Gustina Rahayu, Rizki Rahmawati, dan Diani Alvia Astuti. Terimakasih untuk cinta, kasih sayang, dan dukungan yang tetap ada meski jarak telah memisahkan kita dalam waktu yang lama.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

(Anisa Nurfitriani)

LEMBAR PERSEMBAHAN

Assalamualaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahirabbilamin dengan mengucapkan rasa syukur atas rahmat Allah SWT sebagai ungkapan terimakasih atas segala pertolongan dan kemudahan yang diberikan dalam setiap kesulitan sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir prarancangan pabrik ini.

Segala perjuangan saya hingga sampai saat ini, saya persembahkan teruntuk orang-orang hebat yang selalu menjadi penyemangat, menjadi alasan saya kuat sehingga bisa menyelesaikan Tugas Akhir Prarancangan Pabrik ini. Tiada lembar yang paling indah dalam laporan ini kecuali lembar persembahan. Lembar persembahan ini sebagai ucapan terimakasih, tugas akhir ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua yang saya sayangi, orang yang paling berjasa dalam hidup saya yaitu Ibu Kartini dan Bapak Sigit Ginoto. Beliau yang selalu mendukung saya, memberikan doa dan harapan agar saya dapat meraih apa yang saya cita-citakan. Beliau yang selalu menjadi rumah bagi saya untuk pulang dan merebahkan segala rasa lelah dari keras dan ketidakadilan dunia ini. Doa-doa beliau tidak hentinya mengalir untuk anaknya, agar selalu diberikan kemudahan dan kelancaran dalam perjalanan hidup saya terutama pada masa perkuliahan. Bu, Pak, terimakasih sudah memberikan semua yang terindah dan terbaik untuk anakmu ini. Terimakasih untuk perjuangan dan pengorbanan yang dilakukan. Terimakasih sudah mau bersabar sejauh ini,

semoga pengorbanan dan perjuangan kalian selama ini dibalas kemuliaan dan rezeki yang dilipat gandakan oleh Allah SWT. Semoga selalu diberikan nikmat kesehatan dan kemudahan oleh Allah SWT agar ibu dan bapak dapat selalu ada disetiap langkah perjalanan dan pencapaian hidup saya nanti dan semoga Allah selalu menjaga ibu dan bapak dalam kebaikan dan kemuliaan, Aamiin.

2. Anggota keluarga besar saya, seperti Singgih Brian Pangestu, Santi Ernawati, ibu Kartinem, kakek, nenek dan yang lainnya yang tidak bisa saya sebutkan satu-satu. Terimakasih untuk semangat dan doa yang kalian berikan selama saya menempuh pendidikan perkuliahan. Semoga doa baik berbalik kepada yang mendoakan, Aamiin.
3. *7 normal boys from South Korea*, yang saya kenal sejak tahun 2021 dan sampai saat ini masih menjadi “*the biggest*” *support system* dan *moodbooster* untuk hidup saya. Terimakasih sudah menemani saya selama ini dengan musik dan kata-kata motivasi yang kalian ciptakan. Terimakasih sudah menjadi alasan saya untuk tersenyum dan bangkit dari masa-masa yang sulit. Khususnya Kim-Taehyung, terimakasih sudah membawaku mengenal ke-6 laki-laki normal lainnya. *Wait for me for 2025*.
4. Anisa Nurfitriani, teman masa kuliah saya dari semester 1 sampai semester tua ini sekaligus partner saya dalam mengerjakan Tugas Akhir ini. Terimakasih untuk sabar dan legowo mu dalam menghadapi orang seperti saya. Terimakasih juga sudah mau berproses dalam banyak hal dengan saya. Sedikit lagi kita akan mencapai akhir masa perkuliahan. Semoga setelah ini

ada lebih banyak hal yang bisa kita takluk-kan lagi (masing-masing),
Aamiin.

5. Teman-teman saya Diah Ayu Setianingrum, Alfiatul Fadhilah, Gina Aliyawati, Diya Ayu Putri Utami, Nur Farida Zulfalaila, Firdaus Zaenudin Putra, M. Syafiq Maulana, Aditya Rizki Anugrah, M. Wisnu Prasetyo, Mira M.M dan teman-teman lain yang tidak bisa saya sebutkan satu-satu. Terimakasih sudah menjadi bagian dalam cerita yang indah di masa perkuliahan. See you on top guys!
6. Penghuni Wisma Putri Ningtyas, terimakasih sudah menerima dan support saya selama disana. Semangat menyelesaikan Tugas Akhir juga teman-teman.
7. Teman-teman SMA saya, terutama Aldin, dan yang lainnya terimakasih karena selalu ada selalu bisa. Sukses selalu!
8. Seluruh teman-teman Teknik Kimia 2019 saya ucapkan terimakasih untuk segala kebaikan yang telah diberikan dan semoga kita bisa meraih kesuksesan untuk masa depan.
9. Saya sendiri, Siska Oktavani. Terimakasih sudah kuat berjuang dan bertahan selama ini. Terimakasih sudah mau banyak belajar dan tidak menyerah dalam keadaan sesulit apapun itu. Terimakasih sudah mau berproses dan berani menyelesaikan apa yang dari awal sudah kamu ambil. *Last but not least*, terimakasih untuk Muhtarom yang selama 1 tahun lebih menjadi bagian cerita pendewasaan saya. Terimakasih untuk doa dan dukungan yang diberikan. Terimakasih untuk waktu, tenaga dan pikiran yang dicurahkan untuk

mendengarkan dan menanggapi keluh kesah kehidupan saya. Semoga segala yang masih menjadi ingin segera dapat terwujudkan, Aamiin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

(Siska Oktavani)

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
DAFTAR LAMBANG/NOTASI.....	xx
ABSTRAK	xxii
ABSTRACT	xxiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik	3
1.2.1 Kebutuhan Sodium Dodekilbenzen sulfonat di ASEAN	3
1.2.2 Kebutuhan Sodium Dodekilbenzen Sulfonat Dalam Negeri	4
1.2.3 Ekspor Sodium Dodekilbenzen Sulfonat	5
1.2.4 Konsumsi Sodium Dodekilbenzen Sulfonat Dalam Negeri.....	7
1.2.5 Ketersediaan dan Kebutuhan Bahan Baku	8
1.2.6 Kapasitas Pabrik.....	8
1.2.7 Kapasitas Pabrik Sodium Dodekilbenzen sulfonat Dunia	9
1.3 Tinjauan Pustaka	10
1.3.1 Sodium Dodecylbenzene Sulfonate	10
1.3.2 Macam-Macam Proses	12
1.4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika	16
1.4.1 Tinjauan Termodinamika	16
1.4.2 Tinjauan Kinetika.....	20
BAB II PERANCANGAN PRODUK.....	21
2.1 Spesifikasi Produk.....	21

2.2	Spesifikasi Bahan Baku.....	22
2.3	Spesifikasi Bahan Pembantu.....	23
2.4	Pengendalian Kualitas.....	23
2.4.1	Pengendalian Kualitas Produk.....	24
2.4.2	Pengendalian Kualitas.....	24
2.4.3	Pengendalian Kuantitas.....	24
2.4.4	Pengendalian Waktu.....	25
2.4.5	Pengendalian Bahan Proses.....	25
2.4.6	Pengendalian Kualitas Bahan Baku.....	25
2.4.7	Pengendalian Kualitas Proses Produksi.....	26
BAB III PERANCANGAN PROSES.....		29
3.1	Diagram Alir Proses dan Material.....	29
3.1.1	Diagram Alir Kualitatif.....	29
3.1.2	Diagram Alir Kuantitatif.....	30
3.2	Uraian Proses.....	31
3.2.1	Penyiapan Bahan Baku.....	31
3.2.2	Proses Pembentukan Produk.....	31
3.2.3	Proses Pemisahan.....	32
3.2.4	Proses Pemurnian dan Pemekatan Produk.....	33
3.3	Spesifikasi Alat.....	34
3.3.1	Tangki Penyimpanan Bahan Baku.....	34
3.3.2	Tangki Penyimpanan Produk.....	34
3.3.3	Heat Exchanger.....	35
3.3.4	Reaktor.....	37
3.2.5	Decanter.....	38
3.2.6	Netralizer.....	39
3.2.7	<i>Spray Dryer</i>	40
3.2.8	<i>Furnace</i>	40
3.2.9	<i>Bag Filter</i>	41
3.2.10	<i>Fan 1</i>	41
3.2.12	<i>Fan 2</i>	42
3.2.13	<i>Screw Conveyor</i>	42
3.2.14	<i>Bucket Elevator</i>	42
3.2.15	Pompa.....	44
3.3	Neraca Massa.....	50
3.3.1	Neraca Massa Total.....	50
3.3.2	Neraca Massa Alat.....	50
3.4	Neraca Energi.....	53
3.4.1	Neraca Energi Total.....	53
3.4.2	Neraca Energi Alat.....	53
BAB IV PERANCANGAN PABRIK.....		57

4.1	Lokasi Pabrik	57
4.2	Tata Letak Pabrik (<i>Plant Layout</i>).....	60
4.3	Tata Letak Alat Proses (<i>Machines Layout</i>).....	64
4.4	Organisasi Perusahaan	67
4.4.1	Bentuk Organisasi	67
4.4.2	Struktur Organisasi	68
4.4.3	Tugas dan Wewenang	72
4.4.4	Pengaturan Jam Kerja	76
4.4.5	Jumlah Karyawan dan Sistem Gaji	79
4.4.6	Fasilitas dan Hak Karyawan	81
BAB V UTILITAS		83
5.1	Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (<i>Water Treatment System</i>)	85
5.1.1	Unit Penyediaan Air	85
5.1.2	Unit Pengolahan Air.....	88
5.2	Unit Pembangkit <i>Steam</i>	92
5.3	Unit Pembangkit Listrik.....	93
5.4	Unit Penyedia Udara Tekan	97
5.5	Unit Penyedia Bahan Bakar	97
5.6	Unit Pengolahan Limbah atau Air Buangan	97
5.7	Spesifikasi Alat Utilitas	99
BAB VI EVALUASI EKONOMI		108
6.1	Penaksiran Harga Alat.....	109
6.2	Dasar Perhitungan	114
6.3	Komponen Biaya.....	114
6.4	Analisa Keuntungan	118
6.5	Analisa Kelayakan	119
BAB VII		125
PENUTUP.....		125
7.1	Kesimpulan	125
7.2	Saran.....	127
DAFTAR PUSTAKA		128

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Import Sodium Dodekilbenzen Sulfonat Di Kawasan Asean	4
Tabel 1. 2 Data Import Sodium Dodekilbenzen Sulfonat Di Indonesia	4
Tabel 1. 3 Data Ekspor Sodium Dodekilbenzen Sulfonat Di Indonesia	6
Tabel 1. 4 Daftar Pabrik Pengguna Sodium Dodekilbenzen Sulfonat Di Indonesia	7
Tabel 1. 5 Data Kapasitas Pabrik Sodium Dodekilbenzen Sulfonat Di Dunia	10
Tabel 1. 6 Perbandingan Macam-Macam Proses	16
Tabel 1. 7 Harga Entalpi Dan Energi Gibbs Masing-Masing Komponen Pada Suhu 298,15 K	17
Tabel 1. 8 Reaksi-Reaksi Yang Terjadi Dalam Proses Pembuatan Sodium Dodekilbenzen Sulfonat	18
Tabel 3. 1 Spesifikasi Produk	21
Tabel 3. 2 Spesifikasi Bahan Baku	22
Tabel 3. 3. Spesifikasi Bahan Baku Pendukung	23
Tabel 3. 4 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Bahan Baku	34
Tabel 3. 5 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Produk	34
Tabel 3. 6 Spesifikasi <i>Heater</i> (He-01)	35
Tabel 3. 7 Spesifikasi <i>Heater</i> (He-02)	36
Tabel 3. 8 Spesifikasi <i>Heater</i> (He-03)	36
Tabel 3. 9 Spesifikasi <i>Cooler</i> (Cl-01)	37
Tabel 3. 10 Spesifikasi Reaktor	37
Tabel 3. 11 Spesifikasi <i>Decanter</i>	38
Tabel 3. 12 Spesifikasi <i>Netralizer</i>	39
Tabel 3. 13 Spesifikasi <i>Spray Dryer</i>	40
Tabel 3. 14 Spesifikasi <i>Furnace</i>	40
Tabel 3. 15 Spesifikasi <i>Bag Filter</i>	41
Tabel 3. 16 Spesifikasi <i>Fan</i> 1	41
Tabel 3. 17 Spesifikasi <i>Fan</i> 2	42
Tabel 3. 18 Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i>	42
Tabel 3. 19 Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i>	42
Tabel 3. 20 Spesifikasi Pompa	44
Tabel 3. 21 Lanjutan Spesifikasi Pompa	45
Tabel 3. 22 Lanjutan Spesifikasi Pompa	47
Tabel 3. 23 Lanjutan Spesifikasi Pompa	48
Tabel 3. 24 Neraca Massa Total	50
Tabel 3. 25 Neraca Massa Reaktor (R-01a)	50
Tabel 3. 26 Neraca Massa Reaktor (R-01b)	51
Tabel 3. 27 Neraca Massa <i>Decanter</i> (D-01)	51
Tabel 3. 28 Neraca Massa <i>Netralizer</i> (N-01)	52
Tabel 3. 29 Neraca Massa <i>Spray Dryer</i> (Sd-01)	52
Tabel 3. 30 Neraca Energi Total	53
Tabel 3. 31 Neraca Energi <i>Heater</i> (He-01)	53
Tabel 3. 32 Neraca Energi <i>Heater</i> (He-02)	53

Tabel 3. 33 Neraca Energi <i>Heater</i> (He-03).....	54
Tabel 3. 34 Neraca Energi <i>Cooler</i> (Cl-01).....	54
Tabel 3. 35 Neraca Energi Reaktor (R-01a).....	54
Tabel 3. 36 Neraca Energi Reaktor (R-01b)	55
Tabel 3. 37 Neraca Energi Dekanter (D-01)	55
Tabel 3. 38 Neraca Energi Netralizer (N-01).....	55
Tabel 3. 39 Neraca Energi Furnace (F-01).....	56
Tabel 3. 40 Neraca Energi Spray Dryer (Sd-01).....	56
Tabel 4. 1 Perincian Luas Bangunan Dan Pabrik	61
Tabel 4. 2 Lay Out Alat Proses	66
Tabel 4. 3 Jadwal Jam Kerja Karyawan Non-Shift.....	77
Tabel 4. 4 Jadwal Jam Kerja Karyawan Shift	78
Tabel 4. 5 Jadwal Kerja Setiap Kelompok.....	78
Tabel 4. 6 Jadwal Kerja Setiap Kelompok (Lanjutan).....	78
Tabel 4. 7. Jumlah Tenaga Kerja Dan Sistem Penggajian	79
Tabel 4. 9 Kebutuhan Air Pendingin.....	86
Tabel 4. 10 .Kebutuhan Air Pemanas.....	87
Tabel 5. 1 Total Kebutuhan Listrik Alat Proses.....	94
Tabel 5. 2 Total Kebutuhan Listrik Utilitas	95
Tabel 5. 3 Total Kebutuhan Listrik	96
Tabel 5. 4 Spesifikasi Pompa Utilitas	99
Tabel 5. 5 Lanjutan Spesifikasi Pompa Utilitas	100
Tabel 5. 6 Lanjutan Spesifikasi Pompa Utilitas	101
Tabel 5. 7 Spesifikasi Bak Utilitas	102
Tabel 5. 8 Spesifikasi Tangki Utilitas	103
Tabel 5. 9 Lanjutan Spesifikasi Tangki Utilitas.....	104
Tabel 5. 10 Lanjutan Spesifikasi Tangki Utilitas.....	105
Tabel 5. 11 Spesifikasi Klarifier	106
Tabel 5. 12 Spesifikasi Saringan Utilitas	106
Tabel 5. 13 Saringan Pasir Utilitas.....	106
Tabel 5. 14 Spesifikasi <i>Cooling Tower</i> Utilitas	107
Tabel 5. 15 Spesifikasi <i>Deaerator</i>	107
Tabel 5. 16 Spesifikasi <i>Blower Cooling Tower</i>	107

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Linear Import Sodium Dodekilbenzen Sulfonat Di Indonesia	5
Gambar 1. 2 Data Ekspor Sodium Dodekilbenzen Sulfonat Di Indonesia	6
Gambar 1. 3 Rumus Bangun Sodium Dodekilbenzen Sulfonat.....	11
Gambar 3. 1 Diagram Alir Kualitatif Produksi Sodium Dodekilbenzen Sulfonat	29
Gambar 3. 2 Diagram Alir Kuantitatif Produksi Sodium Dodekilbenzen Sulfonat	30
Gambar 4. 1 Lokasi Pabrik Sodium Dodekilbenzen Sulfonat	57
Gambar 4. 2 Layout Pabrik Sodium Dodekilbenzen Sulfonat.....	63
Gambar 4. 3 Struktur Organisasi Perusahaan Pabrik Sdbs	71
Gambar 6. 1 Grafik Regresi Linear.....	111
Gambar 6. 2 Grafik Evaluasi Ekonomi.....	123

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1.....	130
LAMPIRAN 2.....	147
LAMPIRAN 3.....	161
LAMPIRAN 4.....	163

DAFTAR LAMBANG/NOTASI

T	:	<i>Temperature, °C</i>
D	:	Diameter, m
H	:	Tinggi, m
P	:	Tekanan, psia
μ	:	Viskositas, cP
ρ	:	Densitas, kg/m ³
Q	:	Kebutuhan Kalor, Kj/Jam
A	:	Luas Penampang, m ²
V	:	Volume, m ³
t	:	Waktu, jam
M	:	Massa, Kg
F _v	:	Laju Volumetrik, m ³
R	:	Jari- jari, in
P	:	<i>Power motor, Hp</i>
ts	:	Tebal <i>shell</i> , in
ΔP	:	<i>Pressure drop</i> , psia
ID	:	<i>Inside diameter</i> , in
OD	:	<i>Outside diameter</i> , in
Th	:	Tebal <i>head</i> , in
Re	:	Bilangan Reynold
f	:	<i>Allowable stress</i> , psia

icr	:	jari-jari sudut dalam, in
L	:	lebar pengaduk, m
N	:	kecepatan putaran, rpm
UD	:	Koefisien perpindahan panas <i>overall</i> HE, Btu/jam ft ² °F
UC	:	Koefisien perpindahan panas menyeluruh pada awal HE dipakai, Btu/jam ft ² °F
P	:	Panjang, m
l	:	Lebar, m
x	:	Konversi, %
E	:	Efisiensi sambungan
K	:	Konduktivitas termal, Btu/jam ft ² °F
k	:	Konstanta kinetika reaksi
R	:	tetapan konstan gas
Fv	:	laju alir, m ³ /jam
Sg	:	<i>Specific gravity</i>
LMTD	:	<i>Long mean temperature different</i> , °F

ABSTRAK

Sodium dodekilbenzen sulfonat adalah salah satu produk intermediet untuk bahan baku pembuatan deterjen sintetik, shampo, pasta gigi, dan sabun cuci. Deterjen sintetik mengandung bahan organik sintetik aktif permukaan disebut sebagai surfactant (*surface active detergent*). Penggunaan dodekilbenzen sulfonat sebagai bahan aktif deterjen lebih diminati, karena sifat dodekilbenzen sulfonat sebagai surfaktan yang mudah terurai karena merupakan rantai lurus, sehingga mudah dirombak oleh mikroorganisme. Dengan demikian dodekilbenzen sulfonat merupakan surfaktan yang ramah terhadap lingkungan. Meningkatnya kebutuhan akan dodekilbenzen sulfonat seiring dengan meningkatnya pemakaian deterjen di dalam maupun di luar negeri menjadi alasan utama peluang yang cukup besar. Berdasarkan data kebutuhan sodium dodekilbenzen sulfonat di dalam dan luar negeri didapatkan nilai kapasitas pabrik sebesar 81.000 ton/tahun yang nantinya akan didirikan di daerah kawasan industri Cilegon, Banten. Metode yang digunakan dalam pembuatan Sodium dodekilbenzen sulfonat adalah dengan mereaksikan dodekilbenzen dan oleum. pada reaktor alir tangki berpengaduk dengan suhu reaksi 30 – 60 °C dan tekanan 1 atm. Oleum yang digunakan pada reaksi ini adalah oleum dengan perbandingan 1: 1,25. Kemudian keluaran reaktor berupa asam dodekilbenzen sulfonat dan H₂SO₄ dengan sedikit air. Lalu dilakukan pemisahan menggunakan decanter sehingga hanya tersisa asam dodekilbenzen sulfonat dan dilakukan penetralan menggunakan NaOH 50% pada reaktor alir tangki berpengaduk. Produk yang sudah dinetralkan berupa larutan akan kontak dengan udara panas di *spray dryer* sehingga menghasilkan produk akhir berupa serbuk. Untuk memperoleh kapasitas sebesar 81.000 dibutuhkan dodekilbenzen setidaknya 79.000 ton/tahun dan Oleum sebanyak 9.200 ton/tahun. Selain itu pabrik ini dilengkapi dengan beberapa komponen utilitas yang membutuhkan jumlah air pendingin sebesar 335.412,973 ton/tahun, 3.511,647 ton/tahun steam, 207.248,03 m³ /jam udara tekan, 226,48 kW listrik, 328.137,0088 kg/tahun bahan bakar solar. Hasil analisis menunjukkan bahwa pabrik Sodium dodekilbenzena sulfonat ini memiliki tingkat resiko rendah (*low risk*) dengan menganalisa besaran pajak sebesar 25%, berdasarkan hasil evaluasi ekonomi pabrik setidaknya menunjukkan nilai kebutuhan dari modal tetap sebesar Rp 872.752.482.699, modal kerja sebesar Rp 3.694.249.331.888 dan keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 395.171.380.983,131, dari perhitungan didapatkan nilai ROI sebelum pajak sebesar 45,28% dan setelah perhitungan pajak sebesar 33,96%, POT sebelum pajak sebesar 1,842 tahun dan setelah pajak sebesar 2,328 tahun, Sementara nilai BEP sebesar 47,12%. Shut Down Point (SDP) sebesar 42,57 %, dan Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR) sebesar 12,69%. Berdasarkan hasil evaluasi ekonomi ini, dapat disimpulkan bahwa pabrik Sodium dodekilbenzena sulfonat secara ekonomi layak untuk didirikan dan memiliki potensi yang baik untuk dikembangkan baik dipasar nasional ataupun internasional.

Kata Kunci: Sodium dodekilbenzen sulfonat, Dodekilbenzen, Oleum, Sulfonasi, Surfactan, RATB.

ABSTRACT

Sodium dodecylbenzene sulfonate is an intermediate product used as a raw material for synthetic detergents, shampoos, toothpaste and laundry soap. Synthetic detergents contain surface active synthetic organic ingredients called surfactants (surface active detergent). The use of dodecylbenzene sulfonate as an active ingredient in detergents is more desirable, due to the nature of dodecylbenzene sulfonate as a surfactant that is easily decomposed because it is a straight chain, so it is easily broken down by microorganisms. Thus, dodecylbenzene sulfonate is an environmentally friendly surfactant. The increasing need for dodecylbenzene sulfonate along with the increasing use of detergents at home and abroad is the main reason for the large opportunity. Based on data on the need for Sodium dodecylbenzene sulfonate at home and abroad, a factory capacity value of 81,000 tons/year will be established which will later be built in the Cilegon industrial area, Banten. The method used in making Sodium dodecylbenzene sulfonate is by reacting Dodecylbenzene and Oleum. in a stirred tank flow reactor with a reaction temperature of 30 – 60 °C and a pressure of 1 atm. The oleum used in this reaction is oleum with a ratio of 1: 1.25. Then the reactor output is Dodecylbenzene Sulfonic Acid and H₂SO₄ with a little water. Then separation was carried out using a decanter so that only Dodecylbenzene Sulfonic Acid remained and neutralization was carried out using 50% NaOH in a stirred tank flow reactor. The product that has been neutralized in the form of a solution will be contacted with hot air in the spray dryer to produce the final product in the form of powder. To obtain a capacity of 81,000, at least 79,000 tons/year of dodecylbenzene is required and 9,200 tons/year of Oleum. Apart from that, this factory is equipped with several utility components which require a total 335.412,973 of tons/year of cooling water, 3.511,647 tons/year of steam, 207.248,03 m³/hour of compressed air, 226,48 kW of electricity, 328.137,0088 kg/year of diesel fuel. The results of the analysis show that the Sodium dodecylbenzene sulfonate factory has a low level of risk (low risk) by analyzing the tax amount of 25%, based on the results of the economic evaluation of the factory at least it shows the required value of fixed capital of IDR 872.752.482.699 working capital of IDR 3.694.249.331.888 and profit before tax of IDR 395.171.380.983,131 from the calculation, the ROI before tax is 45,28% and after tax calculation is 33,96%, POT before tax is 1,842 years and after tax is 2,328 years, while the BEP value is 47,12%. Shut Down Point (SDP) is 42,57 %, and Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR) is 12,69%. Based on the results of this economic evaluation, it can be concluded that the Sodium dodecylbenzene sulfonate plant is economically feasible to establish and has good potential to be developed both in the national and international markets.

Keywords: *Sodium dodecylbenzene sulfonate, Dodekilbenzen, Oleum, Sulfonation, Surfactant, RATB*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang dan merupakan negara yang kaya akan sumber daya alam dan manusia. Pada saat ini, Indonesia tengah melakukan upaya pembangunan dan pengembangan di berbagai bidang termasuk 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.

Industri kimia di Indonesia memegang peranan dalam laju pembangunan dan pertumbuhan ekonomi negara. Dengan adanya industri kimia tersebut, diharapkan dapat membantu meningkatkan pertumbuhan ekonomi negara ke arah yang lebih baik, mengurangi impor bahan atau produk dari negara asing dan dapat menyerap banyak tenaga kerja dengan tujuan mengurangi angka pengangguran yang ada di Indonesia. Salah satu contoh produk industri kimia yang sangat populer dan banyak digunakan di Indonesia maupun dunia adalah detergen.

Sodium dodekilbenzena sulfonat adalah 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 merupakan produk turunan industri petrokimia. Oleh karena itu, perkembangan industri deterjen sintetik berkaitan erat dengan berkembangnya industri petrokimia.

Dodekilbenzen sulfonat adalah 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 surfaktan (*surface active detergent*). Surfaktan merupakan produk turunan industri petrokimia. Oleh karena itu, perkembangan industri deterjen sintetik berkaitan erat dengan berkembangnya industri petrokimia.

Dewasa ini 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.

1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik

Pendirian sebuah pabrik sodium dodekilbenzen sulfonat ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan industri dalam negeri maupun luar negeri. Pabrik sodium dodekilbenzen sulfonat ini direncanakan akan didirikan pada tahun 2027. Untuk menentukan kapasitas produksi pabrik sodium dodekilbenzen sulfonat yang direncanakan akan didirikan harus dengan berbagai pertimbangan agar memenuhi kebutuhan di dalam negeri dan mengurangi jumlah import.

1.2.1 Kebutuhan Sodium Dodekilbenzen sulfonat di ASEAN

Kebutuhan produk sodium dodekilbenzen sulfonat di negara-negara Asean sangat bervariasi. Berdasarkan data yang didapatkan dari comtrade.un.org didapatkan data kebutuhan impor di beberapa negara kawasan Asean pada tahun 2021 dapat dilihat pada tabel . Tabel tersebut menunjukkan besarnya kebutuhan impor dengan total sebanyak ton pada tahun 2021 di beberapa kawasan Asean termasuk Indonesia.

Tabel 1. 1 Data import sodium dodekilbenzen sulfonat di kawasan Asean

Negara	Import (Ton/Tahun)
Filiphina	5.247,513
Singapura	6.461,019
Thailand	29.387,688
Malaysia	44.949,317

Sumber : comtrade.un.org

Berdasarkan data tersebut dapat dijadikan pertimbangan dalam menentukan kapasitas pabrik sodium dodekilbenzen sulfonat yang akan didirikan. Mengingat pabrik yang akan didirikan berada di Indonesia dan termasuk kedalam kawasan negara ASEAN. Sehingga, bila memungkinkan produk yang dihasilkan dapat diekspor dan memenuhi kebutuhan sodium dodekilbenzen sulfonat yang ada di negara-negara Asean lainnya.

1.2.2 Kebutuhan Sodium Dodekilbenzen Sulfonat Dalam Negeri

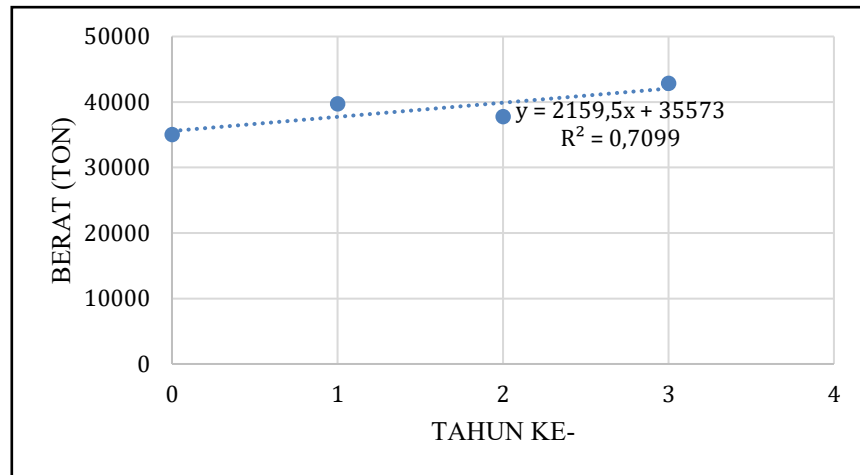
Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri maupun luar negeri, maka produksi sodium dodekilbenzen sulfonat di Indonesia juga harus ditingkatkan. Berikut ini tabel yang menunjukkan import sodium dodekilbenzen sulfonate pada tahun 2017 sampai 2020.

Tabel 1. 2 Data import sodium dodekilbenzen sulfonat di Indonesia

Tahun	Import (Ton/Tahun)
2017	34.990,937
2018	39.692,377
2019	37.720,289
2020	42.846,636

Sumber : comtrade.un.org

Dari data impor di atas, didapatkan grafik linear antara data tahun pada sumbu x dan data impor dari sumbu y, grafik dapat dilihat pada gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Grafik linear import sodium dodekilbenzen sulfonat 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 :

$$Y = 2159.5x + 35573 \quad (1.1)$$

Jumlah impor tahun ke- = $2159.5 \times (\text{tahun}) + 35573$

Karena rencana pembangunan pabrik sodium dodekilbenzen sulfonat akan didirikan pada tahun 2027. Maka prediksi untuk kebutuhan impor sodium dodekilbenzen sulfonat pada tahun 2027 diperkirakan sebesar 57.168 ton.

1.2.3 Ekspor Sodium Dodekilbenzen Sulfonat

Data ekspor sodium dodekilbenzen sulfonat di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung mengalami peningkatan. Perkembangan data produksi

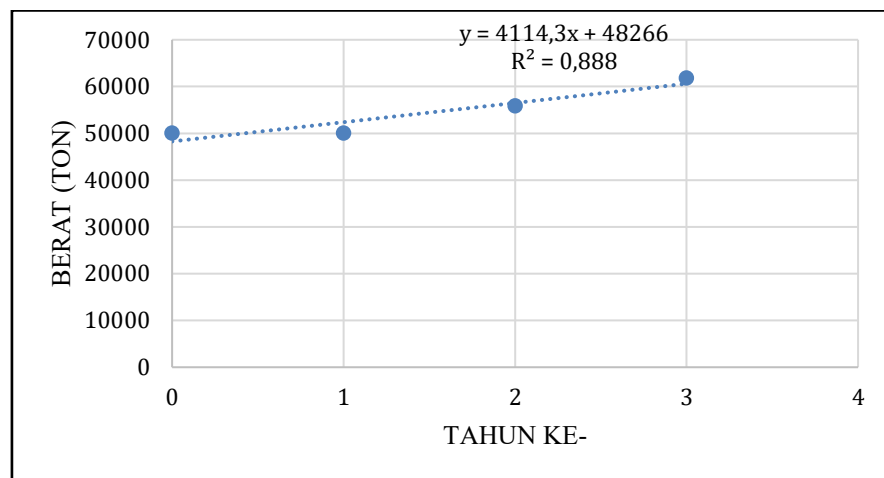
sodium dodekilbenzen sulfonat di Indonesia pada tahun 2017 sampai 2020 dapat dilihat pada tabel 1.3.

Tabel 1. 3 Data ekspor sodium dodekilbenzen sulfonat di Indonesia

Tahun	Ekspor (Ton/Tahun)
2017	50.055,389
2018	50.026,478
2019	55.834,735
2020	61.833,609

Sumber : Comtrade.un.org

Dari data impor di atas, didapatkan grafik linear antara data tahun pada sumbu x dan data impor dari sumbu y, grafik dapat dilihat pada :



Gambar 1. 2 Data ekspor sodium dodekilbenzen sulfonat di Indonesia

Dilihat dari grafik diatas, kebutuhan ekspor 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 :

$$Y = 4114,3x + 48266 \quad (1.2)$$

Jumlah impor tahun ke- = $4114,3 \times (\text{tahun}) + 48266$

Karena rencana pembangunan pabrik sodium dodekilbenzen sulfonat akan didirikan pada tahun 2027. Maka prediksi untuk kebutuhan ekspor sodium dodekilbenzen sulfonat pada tahun 2027 diperkirakan sebesar 89.409 ton.

1.2.4 Konsumsi Sodium Dodekilbenzen Sulfonat Dalam Negeri

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

Tabel 1. 4 Daftar pabrik pengguna sodium dodekilbenzen sulfonat di

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

Sumber : Kemenperin

Dari data-data di atas, diketahui bahwa pabrik yang disebutkan tidak menunjukkan jumlah konsumsi sodium dodekilbenzen sulfonat secara keseluruhan. Untuk data konsumsi sodium dodekilbenzen sulfonat dapat dihitung dari 15% total kapasitas konsumsi pabrik yaitu sebesar 45.075 ton/tahun. Penentuan angka 15% diambil dari peraturan SNI 06-4075-1996 dimana dicantumkan terkait syarat mutu deterjen cair yang dipakai pada

berbagai industri dan kosmetik, salah satu parameter yang dipersyaratkan adalah kadar dari surfaktan anionik minimal 15-30%.

1.2.5 Ketersediaan dan Kebutuhan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan sodium dodekilbenzen sulfonat adalah dodekilbenzen, oleum, natrium hidroksida dan sodium tripolyphosphate. Dodekilbenzen tergolong dalam kelas alkil benzena yang banyak diproduksi di dalam negeri. Dodekilbenzen dapat diperoleh dari PT. Unggul Indah Jaya yang beroperasi di Serang, Banten dengan kapasitas produksi 80.000 ton/tahun atau juga dapat diperoleh dari PT. Indo Sukses Sentra Usaha yang beroperasi di Jakarta dengan kapasitas produksi 80.000 ton/tahun. Oleum diperoleh dari PT. *Indonesian Acids Industry* yang terletak di Bekasi dengan kapasitas produksi 82.500 ton/tahun. Sedangkan untuk NaOH diperoleh dari PT. *Asahimas Chemical* dengan kapasitas 700.000 ton/tahun.

Bahan Baku	Kebutuhan (ton/tahun)	Ketersediaan (ton/tahun)	Nama Pabrik
Dodekilbenzen	56.481,796	80.000	PT. Indo Sukses Sentra Usaha
Dodekilbenzen	56.481,796	80.000	PT. Unggul Indah Jaya
Oleum	51.086,178	82.500	PT. <i>Indonesian Acids Industry</i>
NaOH	9.169,337	700.000	PT. <i>Asahimas Chemical</i>

1.2.6 Kapasitas Pabrik

Dalam menentukan kapasitas produksi perlu memperhatikan beberapa aspek yaitu, *supply* dan *demand*.

a. $Supply = \text{Produksi} + \text{Impor}$

$$Supply = 0 + 57.168 \text{ ton/tahun}$$

$$Supply = 57.168 \text{ ton/tahun}$$

b. $Demand = \text{Konsumsi} + \text{Ekspor}$

$$Demand = 45.075 \text{ ton/tahun} + 89.409 \text{ ton/tahun}$$

$$Demand = 134.484 \text{ ton/tahun}$$

c. $\text{Peluang kapasitas pabrik} = Demand - Supply$

$$\text{Peluang kapasitas pabrik} = 134.484 \text{ ton/tahun} - 57.168 \text{ ton/tahun}$$

$$\text{Peluang kapasitas pabrik} = 77.316 \text{ ton/tahun}$$

1.2.7 Kapasitas Pabrik Sodium Dodekilbenzen sulfonat Dunia

Dalam penentuan kapasitas pabrik yang akan didirikan perlu mempertimbangkan kapasitas pabrik yang telah berdiri sebelumnya agar dapat memberikan gambaran dan bisa dijadikan sebagai bahan pertimbangan. Kapasitas pabrik yang akan didirikan harus berada dalam rentang kapasitas pabrik yang telah berdiri sebelumnya. Dengan artian kapasitas pabrik yang akan didirikan harus berada diatas kapasitas minimal atau sama dengan kapasitas pabrik yang sudah berjalan. Dari sumber yang digunakan, diperoleh data bahwa kapasitas pabrik minimum yang masih dapat memberikan keuntungan apabila mendirikan pabrik sodium dodekilbenzen sulfonat adalah sebesar 30.000 ton/tahun.

Tabel 1. 5 Data kapasitas pabrik sodium dodekilbenzen sulfonat di dunia

Nama Pabrik	Kapasitas (ton/tahun)
<i>Zhengzhou Magic Star Co., Ltd</i>	30.000
<i>Chemfine International Co., Ltd</i>	50.000
<i>Shandong Mingyin Daily Chemicals Co., Ltd</i>	60.000
<i>Henan Brilliant Biotech Co., Ltd</i>	120.000

Sumber : alibaba

Dari data-data di atas, maka ditetapkan untuk kapasitas perancangan pabrik sodium dodekilbenzen sulfonat yang rencana akan didirikan pada tahun 2027 adalah sebesar 81.000 ton/tahun dengan beberapa pertimbangan sebagai berikut :

- a. Kapasitas produksi minimal pabrik sodium dodekilbenzen sulfonat di dunia sebesar 30.000 ton/tahun.
- b. Peluang kapasitas produksi sodium dodekilbenzen sulfonat sebesar 77.316 ton/tahun.
- c. Dapat memenuhi kebutuhan sodium dodekilbenzen sulfonat dalam negeri sehingga mengurangi ketergantungan impor sodium dodekilbenzen sulfonat.
- d. Membuka peluang ekspor sodium dodekilbenzen sulfonat ke luar negeri khususnya di kawasan ASEAN.

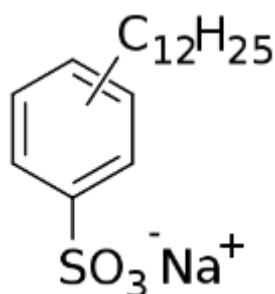
1.3 Tinjauan Pustaka

1.3.1 Sodium Dodecylbenzene Sulfonate

Sodium dodekilbenzen sulfonat (SDBS) termasuk dalam kelompok *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (LAS). Alkilbenzen sulfonat merupakan

surfaktan anionik yang banyak digunakan sebagai bahan baku pembuatan detergen. Ada dua jenis alkilbenzen sulfonat yaitu *branch alkylbenzene sulfonate* (BAB) dan *linear alkylbenzene sulfonate* (LAS). Kedua surfaktan ini memiliki perbedaan sifat akibat jenis rantai alkil yang dimilikinya. Surfaktan *branch alkylbenzene sulfonate* (BAB) dengan rantai alkil bercabang, bersifat tidak terbiodegradasi. Sedangkan untuk surfaktan *linear alkylbenzene sulfonate* (LAS), memiliki rantai alkil lurus yang menyebabkan surfaktan dapat didegradasi oleh mikroorganisme dan mengurangi masalah lingkungan. (Briyanto, 2009)

Sodium dodekilbenzen sulfonat adalah bahan detergen yang mudah larut dalam air, dengan lebih dari 80.000 isomer dari C₁₀-C₁₅ pada rantai alkil, tetapi pada umumnya yang sering digunakan adalah *dodecane*. (Peters and Timmerhaus, 1991)



Gambar 1. 3 Rumus Bangun Sodium Dodekilbenzen Sulfonat

Sodium Dodekilbenzen Sulfonat merupakan jenis surfaktan anionik yang mempunyai gugus nonpolar berupa rantai alkil panjang dan gugus benzena yang bermuatan negatif dan bersifat hidrofobik. Gugus alkil panjang yang bersifat nonpolar mempunyai kecenderungan untuk terakumulasi di dalam tubuh (Britton, 1998). Gugus benzena yang juga bersifat nonpolar

mempunyai sifat yang stabil sehingga sulit untuk terdegradasi (*Graziano, 1999*).

Sodium 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 sodium dodekilbenzen sulfonat digunakan sebagai bahan baku pembuatan detergen. Sodium 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)

1.3.2 Macam-Macam Proses

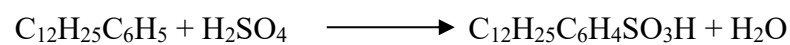
Pemilihan proses bertujuan untuk menentukan proses yang akan dilakukan dalam pabrik. Hal tersebut dapat dilihat dari segi yang menguntungkan baik dari segi ekonomi maupun teknik. Terdapat 2 tahap pada proses pembuatan sodium dodekilbenzen sulfonat, yaitu tahap sulfonasi dan tahap netralisasi. Tahap sulfonasi 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 H₂SO₄

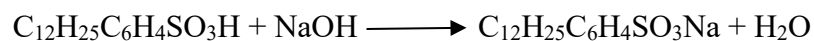
Proses sulfonasi dengan H₂SO₄ merupakan cara yang pertama kali dilakukan. Pada proses yang menggunakan asam sulfat ini akan menghasilkan asam dodekilbenzena sulfonat dan air.

Reaksi yang terjadi:

1. Sulfonasi



2. Netralisasi



Pada pembuatan sodium dodekilbenzen sulfonat dengan H₂SO₄ sangat mudah dalam penanganannya. Namun reaksi pembuatan sodium dodekilbenzen sulfonat dengan H₂SO₄ 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. (*Kirk Othmer*, 1983)

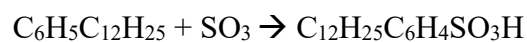
Proses sulfonasi dengan menggunakan H₂SO₄ 100% ini dapat berjalan secara *batch* maupun kontinyu. Proses berlangsung pada suhu antara 0 – 50 °C dengan tekanan 1 atm. Tergantung pada kualitas warna produk yang diinginkan, serta pada proses ini tidak menggunakan katalis sehingga Dodekilbenzen yang digunakan langsung direaksikan dengan H₂SO₄. Waktu reaksi yang diperlukan adalah 30 jam dengan yield yang dihasilkan 80%. (*Kirk Othmer*, 1983)

b. Reaksi dengan SO₃

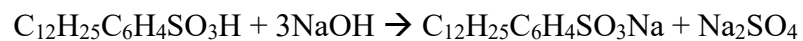
Pada pembuatan sodium dodekilbenzen sulfonat dengan gas SO₃ terdiri dari empat tahapan yaitu: proses pemanasan sulfur, oksidasi gas SO₂ menjadi SO₃, proses sulfonasi dan proses netralisasi. Pengeringan udara dalam proses ini bertujuan untuk menghilangkan kandungan air yang terdapat di udara dan apabila 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 sodium dodekilbenzen sulfonat menjadi rendah.

Reaksi yang terjadi:

1. Sulfonasi



2. Netralisasi



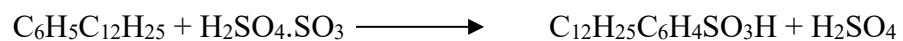
Reaksi sulfonasi sendiri terjadi dalam suatu reaktor gelembung dengan mengalirkan Dodekilbenzen dan gas SO₃ secara berlawanan untuk menghasilkan Sodium Dodekilbenzen Sulfonat. Pada proses sulfonasi dengan gas SO₃ ini tidak membentuk air serta menghasilkan panas yang tinggi, umumnya pada reaksi sulfonasi 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

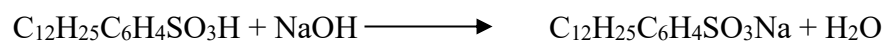
Proses sulfonasi dengan Oleum reaksi terjadi pada reaktor alir tangki berpengaduk dengan suhu reaksi 30 – 60 °C dan tekanan 1 atm. Oleum yang digunakan pada reaksi ini adalah oleum dengan massa perbandingan antara dodekilbenzen dan oleum adalah 1: 1,25. Dodekilbenzen dan oleum dialirkan ke dalam reaktor dengan hasil keluaran berupa asam dodekilbenzen sulfonat dan H₂SO₄ dengan sedikit air. (*Peters and Timmerhaus, 1991*)

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 H₂SO₄ yang dapat dijual kembali di pasaran. (*Kirk and Othmer, 1983*).

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	1	2	3
1.	Reaktor	RATB	RATB	Gelembung
2.	Bahan baku	H ₂ SO 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 ₂ O	H ₂ SO 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:

- a. Proses Produksi lebih sederhana, dengan biaya produksi rendah dan menghasilkan produk samping berupa H₂SO₄ yang dapat dipasarkan kembali.
- b. Proses lebih mudah dalam penanganannya dan kondisi operasi yang mudah dicapai, yaitu pada suhu 30-60 °C dan tekanan 1 atm.
- c. Bahan baku cukup tersedia serta didapatkan konversi yang cukup tinggi sekitar 99%.

1.4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika

1.4.1 Tinjauan Termodinamika

Pada tinjauan termodinamika ditujukan untuk mengetahui apakah reaksi bersifat eksotermis atau endotermis dan reaksi spontan atau non spontan. Penentuan panas reaksi yang berjalan secara eksotermis atau

endotermis dapat dihitung dengan perhitungan panas pembentukan standar (ΔH°_f). Penentuan reaksi spontan atau non spontan dapat dihitung dari energi bebas gibbs (ΔH°_g). Berikut adalah nilai ΔH°_f dan ΔH°_g masing-masing komponen pada suhu 298,15 K dan tekanan 1 atm:

Tabel 1. 7 Harga Entalpi Dan Energi Gibbs Masing-Masing Komponen Pada Suhu 298,15 K

Komponen	Harga ΔH°_f (kj/kmol)	Harga ΔG°_f (Kj/mol)
$C_{18}H_{30}$	-224,26	244,36
H_2SO_4	-735,13	-653,47
NaOH	-469,15	-379,5
H_2O	-285,84	-228,6
$C_{18}H_{29}SO_3H$	-798,12	213,09
$H_2SO_4 \cdot SO_3$	-739,981	-371,1
$C_{18}H_{29}SO_3 \cdot Na$	-1015,55	-653,47

Setelah mengetahui harga ΔH°_f pada masing-masing komponen. Kemudian menghitung nilai entalphy dan energi gipps keseluruhan. Dengan rumus :

$$\Delta H^\circ_R(298) = \Delta H^\circ_f \text{ produk} - \Delta H^\circ_f \text{ reaktan}$$

$$\Delta G^\circ_R(298) = \Delta G^\circ_f \text{ produk} - \Delta G^\circ_f \text{ reaktan (Yaws, 1999)}$$

Berikut reaksi-reaksi yang terjadi dalam pembuatan sodium dodekilbenzen sulfonat pada suhu 298,15 K dan nilai ΔH°_R dan ΔG°_R , tersaji pada tabel 1.8.

Tabel 1. 8 Reaksi-reaksi yang terjadi dalam proses pembuatan Sodium

Dodekilbenzen Sulfonat

No.	Reaksi	$\Delta H^\circ R$ (kJ/mol)	$\Delta G^\circ R$ (Kj/mol)
1.	$C_6H_5C_{12}H_{25} + H_2SO_4 \cdot SO_3 \rightarrow C_{12}H_{25}C_6H_4SO_3H + H_2SO_4$	-569,009	-313,640
2.	$C_{12}H_{25}C_6H_4SO_3H + NaOH \rightarrow C_{12}H_{25}C_6H_4SO_3Na + H_2O$	-34,12	-715,66

Reaksi (1) ΔHR bernilai negatif maka dapat disimpulkan bahwa reaksi bersifat eksotermis. Nilai energi bebas gibbs (ΔG) reaksi (1) pada suhu 298.15 K bernilai negatif yaitu -567,12 sehingga reaksi ini spontan. Reaksi (2) ΔHR bernilai negatif maka dapat di simpulkan bahwa reaksi bersifat eksotermis. Nilai energi bebas gibbs (ΔG) reaksi (2) pada suhu 298.15 bernilai negatif yaitu -1048,48 sehingga reaksi ini spontan.

Berdasarkan persamaan 15.14 dari Van Ness (1997), nilai konstanta kesetimbangan pada persamaan (1) dan (2) yaitu :

a. Persamaan (1)

$$\ln K_1 = \left(\frac{-\Delta G^\circ r}{T \cdot R} \right)$$

$$\ln K_1 = \frac{1}{T} \times \left(\frac{-(-313,64)}{8,314} \right)$$

$$K_1 = e^{\frac{1}{T} \times 37,7243}$$

$$K_1 = e^{\frac{1}{298,15} \times 37,7243}$$

$$K_1 = 1,1348$$

Pada suhu 50 °C (323,15 K) besarnya konstanta kesetimbangan

(K_2) dapat dihitung dengan persamaan :

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

$$\ln \frac{K_2}{1,134881} = \left[-\frac{-569,009}{8,314} \right] \left[\frac{1}{323,15} - \frac{1}{298,15} \right]$$

$$\ln \frac{K_2}{1,134881} = -0,0177586$$

$$\frac{K_2}{1,134881} = \exp^{-0,01775866}$$

$$\frac{K_2}{1,134881} = 0,9823981$$

$$K_2 = 1,1149051$$

b. Persamaan (2)

$$\ln K_1 = \left(\frac{-\Delta G^\circ r}{T \cdot R} \right)$$

$$\ln K_1 = \frac{1}{T} \times \left(\frac{-(-715,66)}{8,314} \right)$$

$$K_1 = e^{\frac{1}{T} \times 86,0789}$$

$$K_1 = e^{\frac{1}{298,15} \times 86,0789}$$

$$K_1 = 1,3347$$

Pada suhu 50 °C (323,15 K) besarnya konstanta kesetimbangan

(K₂) dapat dihitung dengan persamaan :

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

$$\ln \frac{K_2}{1,3347} = \left[-\frac{-34,12}{8,314} \right] \left[\frac{1}{323,15} - \frac{1}{298,15} \right]$$

$$\ln \frac{K_2}{1,3347} = -0,0011$$

$$\frac{K_2}{1,3347} = e^{-0,0011}$$

$$\frac{K_2}{1,3347} = 0,9989$$

$$K_2 = 1,3333$$

1.4.2 Tinjauan Kinetika

Berdasarkan jurnal *Kinetic Study on Dodecylbenzene Sulfonation in a Mixed Batch Reactor* didapatkan laju kinetika pada suhu 50 °C untuk reaksi sulfonasi adalah $2,278 \times 10^{-4}$ gmol/sekon. Sedangkan untuk reaksi netralisasi berdasarkan *Liming and Acidification Kinetics of Some Acid, Neutral and Alkaline Soils* didapatkan laju reaksi pada suhu 50 °C 2×10^{-2} sekon.

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

Agar dapat memenuhi kualitas produk sesuai target pada pembuatan pabrik sodium dedokilbenzen sulfonat, maka mekanisme dalam perancangannya berdasarkan variabel utama yaitu: spesifikasi produk, spesifikasi bahan baku, spesifikasi bahan pembantu dan pengendalian proses.

2.1 Spesifikasi Produk

Tabel 3. 1 Spesifikasi Produk

No.	Sifat Fisik	SDBS	Asam Sulfat
1.	Rumus molekul	$C_{18}H_{29}SO_3Na$	H_2SO_4
2.	BM	348 g/ml	98 g/ml
3.	Titik didih	212°C	337°C
4.	<i>Spesifik gravity</i>	1,025	1,834
5.	Densitas	1,0407 g/cm ³	1,84 g/cm ³
6.	Viskositas	3,70 cP	10,6910 cP
7.	Kemurnian	97,5%	100%
8.	Impuritis	$C_{18}H_{30}$	-
9.	Wujud	Padat	Cair
10.	Warna	Putih kekuningan	Tidak berwarna
12.	Kelarutan	Larut dalam air	Larut dalam air
13.	Mudah terbakar	Tidak mudah terbakar	Tidak mudah terbakar
14.	Kekorosifan	Korosif	Korosif

2.2 Spesifikasi Bahan Baku

Tabel 3. 2 Spesifikasi Bahan Baku

No	Sifat Fisik	Dodekilbenzen	Oleum	Natrium Hidroksida	Dodecylbenzene sulfonic acid	Benzene
1.	Rumus molekul	$C_{18}H_{30}$	$H_2SO_4 \cdot 1,2SO_3$	NaOH	$C_{18}H_{30} \cdot SO_3$	C_9H_{10}
2.	Berat molekul	246 g/mol	178 g/mol	40 g/mol	326 g/mol	118 g/mol
3.	Titik didih	327,6°C	141°C	118°C	204°C	131°C
4.	<i>Spesifik gravity</i>	0,860	1,915	1,08 - 1,09	1,08 at 20°C	0,9
5.	Densitas (g/cm^3)	0,86	1,84 g/cm^3	1,353	1,06	0,89
6.	Viskositas (cP)	1,213	3,499	0,82	2,31	0,0023
7.	Kemurnian	99,6%	100%	50%	-	96%
8.	Impuritis	C_9H_{10}	-	H_2O	-	-
9.	Wujud	Cair	Cair	Cair	Cair	Cair
10.	Warna	Tidak berwarna	Kuning pucat hingga kecoklatan	Tidak Berwarna	Coklat gelap	Kuning muda
13.	Kelarutan dalam air	Tidak larut dalam air (<1 mg/mL)	Larut dalam air	Larut dalam air (1,090 g/L pada 20°C)	Larut dalam air (10 g/L)	Tidak larut dalam air (0,089g/L)
14.	Korosifitas	Korosif	Korosif	Korosif	Korosif	Korosif
15.	Mudah Terbakar	Mudah terbakar	Tidak mudah terbakar	Tidak mudah terbakar	Mudah terbakar	Mudah terbakar

2.3 Spesifikasi Bahan Pembantu

Tabel 3. 3. Spesifikasi Bahan Baku Pendukung

No.	Sifat Fisik	<i>Sodium Tripolyphospate</i>
1.	Rumus molekul	$Na_5P_3O_{10}$
2.	Berat molekul	367
3.	Titik didih	1388 °C
4.	Titik leleh	662 °C
5.	Spesifik gravity	> 1,5
6.	Densitas	2,52 g/m ³
7.	Viskositas	90,46 cP
8.	Kemurnian	100%
9.	Impuritis	-
10.	Kelarutan dalam air	148 g/L
11.	Wujud	Cair
12.	Warna	Putih

2.4 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas (*Quality Control*) pada pabrik sodium dodekilbenzen sulfonat ini meliputi pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian kualitas proses dan pengendalian kualitas produk. Tujuan dari diadakannya pengendalian kualitas ini yaitu untuk memperoleh dan menjaga produk agar sesuai dengan spesifikasi yang sebelumnya telah direncanakan, dengan cara dilakukannya pengawasan dan pengendalian terhadap proses produksi agar proses berjalan sesuai dengan tahap-tahap proses yang telah ditentukan. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang memiliki mutu dan kualitas tinggi sesuai dengan jumlah dan standar yang telah ditentukan.

2.4.1 Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian dilakukan pada setiap tahapan dalam proses produksi, mulai dari kualitas bahan baku hingga dihasilkan produk dengan kualitas yang sudah ditetapkan. Pengendalian dapat dilakukan dengan penggunaan alat kontrol maupun analisis bahan di laboratorium. Pengendalian kualitas produk dilakukan dengan tujuan untuk menjaga kualitas produk agar sesuai dengan spesifikasi produk yang ditetapkan dan kuantitas produk yang sesuai dengan target waktu yang sudah direncanakan. Beberapa pengawasan yang perlu dilakukan untuk mencapai kualitas dan kuantitas produk yang sesuai adalah sebagai berikut:

2.4.2 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas dilakukan dengan pengawasan selama proses produksi baik secara langsung maupun otomatis sehingga didapatkan kualitas produk yang sesuai dengan spesifikasi produk yang sudah ditentukan. Dan jika terjadi penyimpangan dapat dilakukan penanganan secepat dan setepat mungkin sehingga tidak memberikan dampak yang cukup besar terhadap kualitas produk yang dihasilkan.

2.4.3 Pengendalian Kuantitas

Pengendalian kuantitas dilakukan dengan pengawasan mulai dari pengadaan bahan baku yang tepat waktu, perawatan mesin produksi sesuai dengan waktu yang di tentukan dan lain-lain. Ketika terjadi penyimpangan akan diperlukan adanya identifikasi penyebabnya dan dilakukan evaluasi

untuk membuat perencanaan ulang berdasarkan situasi dan kondisi yang terjadi.

2.4.4 Pengendalian Waktu

Pengendalian waktu dilakukan dengan pengawasan proses produksi untuk mengetahui berapa banyak target yang sudah tercapai dan kendala apa saja yang sedang terjadi, sehingga dapat dilakukan perencanaan ulang ketika produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan target waktu yang sudah ditentukan.

2.4.5 Pengendalian Bahan Proses

Pengendalian bahan proses dilakukan dengan tujuan untuk memastikan ketersediaan bahan baku untuk proses produksi dan cadangan ketika terjadi penyimpangan seperti adanya keterlambatan bahan baku untuk proses berikutnya atau perlu adanya return saat kualitas bahan baku yang baru tidak sesuai dengan kualitas yang seharusnya.

2.4.6 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Tujuan dari pengendalian kualitas bahan baku ini adalah untuk menstandarisasi bahan baku sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan sebelumnya. Sebelum memasuki tahap produksi, dilakukan pengujian terlebih dahulu terhadap kualitas bahan baku seperti kandungan dan kemurniannya. Pengujian ini dilakukan melalui analisa laboratorium. Jika setelah melalui proses analisa diketahui bahan baku tidak sesuai, maka kemungkinan besar bahan baku tersebut dikembalikan kepada *supplier*.

2.4.7 Pengendalian Kualitas Proses Produksi

Proses pengendalian dan pengawasan terhadap proses produksi dilakukan dengan tujuan untuk memastikan keamanan jalannya fungsi sistem kontrol pada proses produksi dan sesuai dengan prosedur yang berlaku hingga produk yang dihasilkan didapatkan sesuai dengan kualitas yang sudah ditentukan. Alat pengendalian dalam proses produksi ditempatkan di pusat *control room*, dimana kontrol dilakukan dengan otomatis menggunakan indikator sehingga ketika terdapat penyimpangan dalam jalannya proses produksi akan diketahui melalui nyala lampu, bunya alarm atau tanda-tanda lainnya. Adapun alat control yang bisa dijalankan yaitu kontrol terhadap kondisi operasi baik tekanan, suhu, laju alir dan lain sebagainya. Sistem kontrol yang harus di setting dalam kondisi tertentu diantaranya adalah:

a. *Flow control*

Flow Controller merupakan sistem kontrol yang digunakan untuk mengatur aliran bahan baku baik itu aliran masuk (*inlet*) maupun aliran keluar (*outlet*) proses.

b. *Temperature control*

Temperature control mempunyai set point atau batasan nilai suhu yang dapat diatur sehingga dapat dijadikan sebagai parameter selama proses berjalan. Sistem dapat mulai bekerja saat nilai suhu aktual yang diukur melebihi set point-nya.

c. *Level control*

Seperti halnya *temperature control*, *level control* juga umumnya *set point* (batasan nilai) sebagai parameter didalamnya. Sistem akan mulai bekerja saat nilai tekanan suatu alat (tekanan aktual) yang diukur melebihi *set point*-nya.

d. *Weight control*

Umumnya pada dinding silo akan terpasang sistem kontrol ini dimana ketika berat material melebihi atau belum sesuai dengan berat yang ditentukan maka sinyal isyarat berupa tanda lampu dan bunyi akan bekerja, sehingga proses produksi dapat berjalan dengan baik dan didapatkan produk yang sesuai dengan standar yang telah ditentukan.

Selain perencanaan proses produksi perlu juga dilakukan adanya pengawasan dalam proses produksi agar proses produksi dapat berjalan dengan baik hingga dihasilkannya produk yang sesuai dengan kualitas yang sudah ditetapkan. Pengendalian kualitas atau mutu proses secara umum dapat dilakukan dengan tiga metode diantaranya adalah:

1. Pengawasan proses secara langsung

Pengawasan proses secara langsung dilakukan dengan mengawasi secara langsung aliran bahan baku dan mesin produksi oleh tim *quality control* pada masing-masing proses.

2. Pengawasan secara otomatis melalui panel kendali

Pada umumnya pengawasan secara otomatis digunakan pada proses operasi kontrol suhu, tekanan, dan kuantitas material. Ketika

terjadi penyimpangan pada proses operasi sistem akan segera aktif dan memberikan peringatan melalui tanda-tanda yang sudah ditetapkan sehingga segera dapat dilakukan penanganan yang tepat terhadap penyimpangan yang terjadi.

3. Pengawasan kondisi parameter mesin

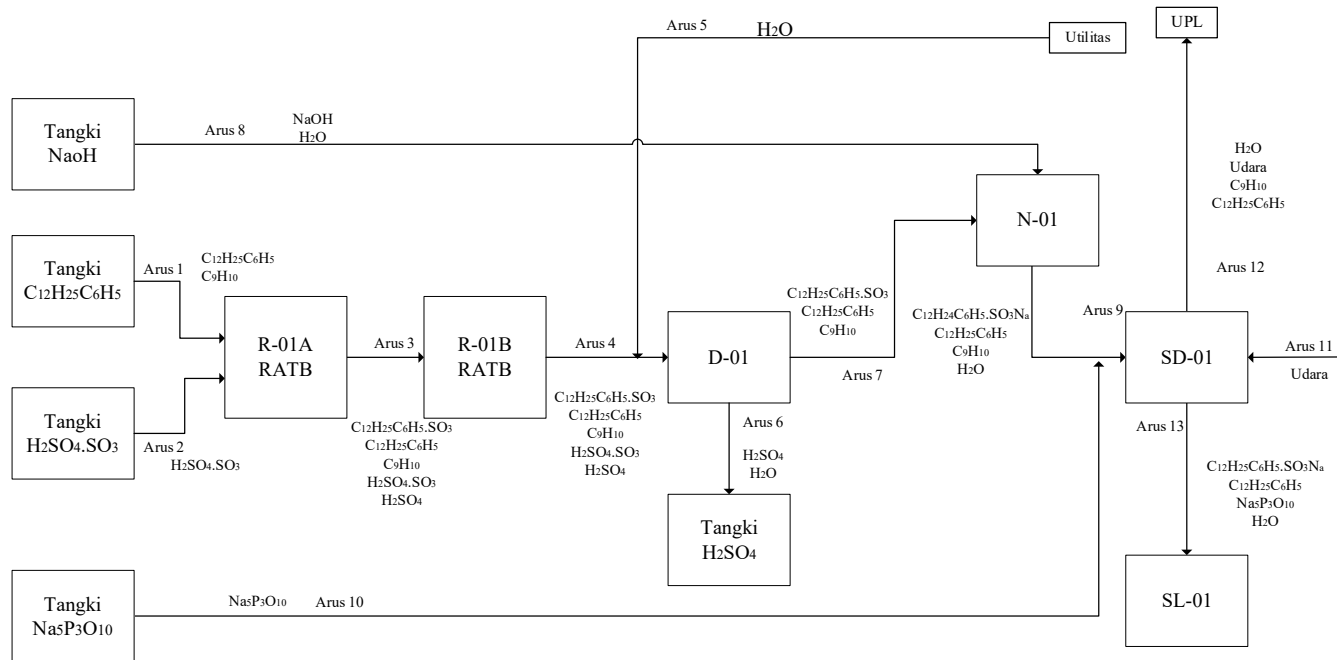
Pengawasan kondisi parameter mesin dilakukan dengan mengawasi *set point* yang telah ditetapkan pada pengoperasian mesin produksi. Sehingga dapat dilakukan pengaturan ulang *set point* pada mesin produksi apabila terjadi penyimpangan.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

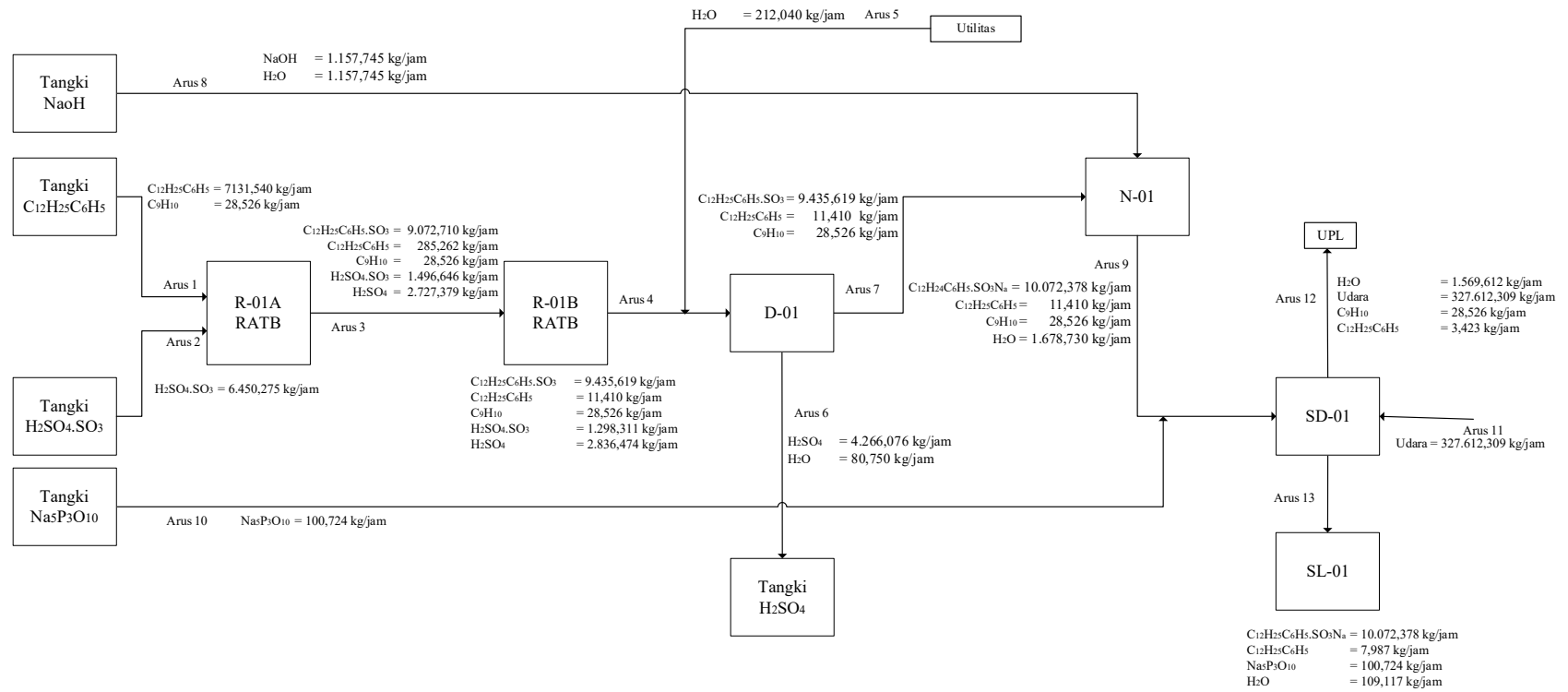
3.1 Diagram Alir Proses dan Material

3.1.1 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 3. 1 Diagram Alir Kualitatif Produksi Sodium Dodekilbenzen Sulfonat

3.1.2 Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 3. 2 Diagram Alir Kuantitatif Produksi Sodium Dodekilbenzen Sulfonat

3.2 Uraian Proses

Pembuatan Sodium Dodekilbenzen Sulfonat (SDBS) ini diproduksi dengan kapasitas 81.000 ton/tahun dari bahan baku Dodekilbenzen dan Oleum dengan bahan bantuan berupa NaOH dan $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ dengan metode sulfonasi dan netralisasi. Dalam menghasilkan SDBS yang akan beroperasi selama 24 jam perhari dalam 330 hari selama 1 tahun. Proses yang terjadi dapat dibagi menjadi tiga tahap, yaitu :

- a. Persiapan bahan baku
- b. Proses reaksi pembuatan produk
- c. Proses pemisahan
- c. Proses pemurnian produk

3.2.1 Penyiapan Bahan Baku

Bahan baku untuk pembuatan Sodium Dodekilbenzene Sulfonat adalah Dodekilbenzene yang disimpan dalam tangki penyimpanan (T-01) dan Oleum yang disimpan dalam tangki penyimpanan (T-02). Kedua bahan baku disimpan pada kondisi operasi dengan suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Dari tangki penyimpanan, bahan baku dipompa menuju heat exchanger (HE-01 dan HE-02) dengan menggunakan pompa (P-01 dan P-02) untuk dinaikkan suhunya hingga 50°C yang kemudian dialirkan menuju reaktor (R-01) dengan perbandingan Dodekilbenzen dan Oleum sebesar 1 : 1,25.

3.2.2 Proses Pembentukan Produk

Reaktor yang digunakan pada proses pembuatan sodium dodekilbenzen sulfonat adalah reaktor alir tangki berpengaduk (RATB). Reaksi yang terjadi

didalam reasktor adalah reaksi eksotermis dan tidak dapat bolak-balik (*irreversible*), sehingga suhu dalam reaksi harus dipertahankan untuk menghindari terjadinya reaksi samping. Karena perubahan suhu reaksi yang terjadi di dalam reaktor hanya di rentang 0,7 °C maka dianggap tidak terlalu berpengaruh terhadap proses yang terjadi. Produk yang terbentuk di reaktor terdiri dari asam dodekilbenzene sulfonat, sisa dodekilbenzene, sisa oleum dan asam sulfat yang berada pada suhu 50°C dan tekanan 1 atm.

Produk yang keluar dari reaktor dialirkan menggunakan pompa (P-07) menuju *cooler* (CL-01) untuk diturunkan suhunya menjadi 30°C sebelum masuk ke decanter (D-01). Didalam decanter (D-01) ditambahkan air untuk melarutkan sisa oleum agar menjadi asam sulfat (H₂SO₄).

3.2.3 Proses Pemisahan

Hasil dari reaktor yang berupa asam dodekilbenzen sulfonat, asam sulfat, air dan sisa bahan baku yaitu oleum dan dodekilbenzen akan dipisahkan dengan menggunakan dekanter (D-01) yang memanfaatkan beda densitas dan kelarutan dalam air pada masing-masing senyawa. Asam sulfat yang terkandung dalam produk dipisahkan untuk dijadikan sebagai produk samping. Produk yang memiliki densitas lebih besar akan menjadi fase berat dan produk yang memiliki densitas lebih kecil akan menjadi fase ringan. Asam sulfat terpisah melalui bagian bawah decanter (D-01) sebagai fase berat yang kemudian dialirkan menggunakan pompa (P-09) menuju tangki penyimpanan (T-05) sebagai produk samping. Sedangkan asam dodekilbenzen sulfonat dengan sisa dodekilbenzen keluar melalui bagian atas

decanter (D-01) sebagai fase ringan yang kemudian dialirkan menggunakan pompa (P-10) menuju netralizer (N-01) untuk dinetralkan kandungan asamnya. Sebelum masuk ke netralizer (N-01) campuran melewati heater (HE-03) untuk menaikkan suhunya dari 30 ke 50°C.

3.2.4 Proses Pemurnian dan Pemekatan Produk

Asam dodekilbenzen sulfonat dinetralkan menggunakan NaOH 50% dalam netralizer (N-01). Reaksi ini berlangsung pada suhu 50 °C dan tekanan 1 atm. Hasil dari netralizer (N-01) menghasilkan sodium dodekilbenzen sulfonat dan air yang kemudian dialirkan menuju *spray dryer* (SD-01) yang bertujuan untuk mengeringkan produk. Sebelum masuk *spray dryer* (SD-01), terjadi penambahan zat pembangun “*builder*” yang berupa *Sodium Tripolyphosphate* ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) melalui pipa yang nantinya akan masuk bersama produk keluaran dari netralizer (N-01). Pada alat *spray dryer* (SD-01) produk dikontakkan langsung dengan udara panas hasil keluaran *Furnace* (F-01) yang bersuhu 200 °C sehingga kandungan air dalam produk dapat teruapkan. Kemudian produk dari *spray dryer* (SD-01) terlebih dahulu dilewatkan melalui *Screw Conveyor* (SC-01) dengan air pendingin untuk menurunkan suhunya dari 88 °C menjadi 30 °C. Setelah itu produk dilewatkan kedalam *belt conveyor* (BC-01) untuk dimasukkan kedalam silo (S-01).

3.3 Spesifikasi Alat

3.3.1 Tangki Penyimpanan Bahan Baku

Tabel 3. 4 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Bahan Baku

Spesifikasi Alat	Tangki Penyimpanan Bahan Baku			
Kode	T-01	T-02	T-03	T-04
Fungsi	Menyimpan bahan baku Dodekilbenzene	Menyimpan bahan baku Oleum	Menyimpan bahan baku NaOH 50%	Menyimpan bahan baku Na ₅ P ₃ O ₁₀
Bahan	Stainless Steel SA-167 Tipe 316			
Jenis Tangki	Silinder tegak dengan <i>flat bottom</i> dan <i>thorispherical roof</i>			
Kapasitas (kg)	1.202.891,11	1.083.646,20	389.002,20	16.752,38
Jumlah	1	1	1	1
Tekanan (atm)	1	1	1	1
Temperature (°C)	30 °C	30 °C	30 °C	30 °C
Lama Penyimpanan (hari)	7	7	7	7
Diameter (m)	13,716	10,668	9,14	3,05
Tinggi Alat (m)	14,631	10,973	9,14	3,66
Tebal Shell (in)	0,625	0,5	0,5	0,63
Jumlah course	8	6	8	7
Tebal Head (in)	0,782	0,747	0,45	0,12
Tinggi head (m)	2,396	1,876	1,61	0,6
Harga (\$)	859.457,08	514.259,09	373.753,90	49.404,25

3.3.2 Tangki Penyimpanan Produk

Tabel 3. 5 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Produk

Spesifikasi Alat	Tangki Penyimpanan Produk	
Kode	T-05	SL-01
Fungsi	Menyimpan produk H ₂ SO ₄	Menyimpan produk Sodium Dodekilbenzen Sulfonat
Bahan	Stainles Steel SA-167 Tipe 316	Stainless Steel SA 299 Grade 3 Type 304
Jenis Tangki	Silinder tegak dengan <i>flat bottom</i> dan <i>thorispherical roof</i>	Silinder tegak dengan <i>conical bottom</i> dan <i>flat head</i>

Tabel 3.5 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Produk (Lanjutan)

Spesifikasi Alat	Tangki Penyimpanan Produk	
Kapasitas (kg)	730.266,75	1.633.056,44
Jumlah	1	2
Tekanan (atm)	1	1
Temperature (°C)	30	30
Lama Penyimpanan (hari)	7	7
Diameter (m)	7,6200	8.03
Tinggi Alat (m)	9,1440	19.09
Tebal Shell (in)	0,6250	0.01
Jumlah Course	8	2
Tebal Head (in)	0,6301	0.01
Tinggi Head (m)	1,4078	0.01
Harga (\$)	294.909,27	24.315,22

3.3.3 Heat Exchanger

a. Heater (HE-01)

Tabel 3. 6 Spesifikasi Heater (HE-01)

Fungsi	Menaikkan temperatur umpan <i>Dodekilbenzene</i> dari 30°C menjadi 50°C dari tangki penyimpanan (T-01) menuju reaktor (R-01)	
Jenis	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>	
Baham	<i>Stainles Steel SA-167 Tipe 316</i>	
	Kondisi Operasi	
	<i>Annulus (Heavy Organic)</i>	<i>Inner pipe (Steam)</i>
	Kondisi Operasi	
T in	30°C	110°C
T out	50°C	100°C
Tekanan	1 atm	1 atm
Beban panas	297.295,0637 kg/jam	
	Mechanical design	
	<i>Annulus (Heavy Organic)</i>	<i>Inner pipe (Steam)</i>
OD	4.50 in	3,5 in
ID	4.026 in	3,068 in
Pessure Drop	2,7204 psi	0,000024074 psi
Luas transfer panas	44,257 ft ²	
Jumlah hairpin	7	
Rd	0,0056	
Harga	\$2.900	

b. *Heater* (HE-02)Tabel 3. 7 Spesifikasi *Heater* (HE-02)

Fungsi	Menaikkan temperatur <i>Oleum</i> dari 30°C menjadi 50°C dari tangki penyimpanan (T-02) menuju reaktor (R-01)	
Jenis	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>	
Baham	<i>Stainles Steel SA-167 Tipe 316</i>	
Kondisi Operasi		
	<i>Annulus (Heavy Organic)</i>	<i>Inner pipe (Steam)</i>
T in	30°C	110°C
T out	50°C	100°C
Tekanan	1 atm	1 atm
Beban panas	289670,01 kg/jam	
Mechanical design		
	<i>Annulus (Heavy Organic)</i>	<i>Inner pipe (Steam)</i>
OD	4.5 in	3,5 in
ID	4.026 in	3,068 in
Pessure Drop	1,3436 psi	0,00003623 psi
Luas transfer panas	40,910 ft ²	
Jumlah hairpin	7	
Rd	0,0029	

c. *Heater* (HE-03)Tabel 3. 8 Spesifikasi *Heater* (HE-03)

Fungsi	Menaikkan temperature produk keluaran dari 30°C menjadi 50°C dari <i>Decanter</i> (D-01) menuju Netralizer (N-01)	
Jenis	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>	
Baham	<i>Stainles Steel SA-167 Tipe 316</i>	
Kondisi Operasi		
	<i>Annulus (Heavy Organic)</i>	<i>Inner pipe (Steam)</i>
T in	30°C	110°C
T out	50°C	100°C
Tekanan	1 atm	1 atm
Beban panas	273.500,60 kg/jam	
Mechanical design		
	<i>Annulus (Heavy Organic)</i>	<i>Inner pipe (Steam)</i>
OD	4.5 in	3,5 in
ID	4.026 in	3,068 in
Pessure Drop	0,6244 psi	0,00003736 psi
Luas transfer panas	46,351 ft ²	
Jumlah Hairpin	8	
Rd	0,0067	

d. Cooler (CL-01)

Tabel 3. 9 Spesifikasi Cooler (CL-01)

Fungsi	Menurunkan temperatur umpan masuk ke <i>Decanter</i> dari 50°C menjadi 30°C dari Reaktor 02	
Jenis	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>	
Baham	<i>Stainles Steel SA-167 Tipe 316</i>	
	Kondisi Operasi	
	<i>Annulus (Hot Fluid)</i>	<i>Inner pipe (Water)</i>
T in	50°C	25°C
T out	30°C	27°C
Tekanan	1 atm	1 atm
Beban panas	356.818 kg/jam	
	Mechanical design	
	<i>Annulus (Hot Fluid)</i>	<i>Inner pipe (Water)</i>
OD	4.5 in	3,5 in
ID	4.026 in	3,068 in
Pessure Drop	0,6244 psi	0,00003736 psi
	Mechanical design	
Luas transfer panas	188,342 ft ²	
Jumlah Hairpin	31	
Rd	0,0067	

3.3.4 Reaktor

Tabel 3. 10 Spesifikasi Reaktor

Spesifikasi Alat	Reaktor	
	R-01	R-02
Kode	R-01	R-02
Fungsi	Mereaksikan dodekilbenzene dan oleum menjadi asam dodekilbenzen sulfonat	
Jenis	Reaktor alir tangki berpengaduk (RATB)	
Bahan	Stainless Steel Tipe	
Tekanan (atm)	1	1
Temperature (°C)	50 °C	50 °C
Mode Operasi	Kontinyu	
Kondisi Proses	<i>Isothermal</i>	
Waktu Tinggal (menit)	7,51	7,51
Volume (m ³)	1,922	1,922
Diameter alat (m)	1,347	1,347
Tinggi alat (m)	1,854	1,854

Tebal shell (in)	0,1875	0,1875
Tinggi cairan (m)	1,347	1,347
Bentuk head	Torispherical dished head	
Tebal head (in)	0,1875	0,1875
Tinggi head (m)	0,1875	0,1875
Jenis pengaduk	Flat Blade Turbines Impellers With 3 Blade	
Diameter pengaduk (m)	0,8412	0,8412
Jarak pengaduk dari dasar (m)	0,8412	0,8412
Kecepatan Pengadukan	854,603 rpm	589,699 rpm
Power pengaduk (Hp)	20	40
Jumlah pengaduk	1	1
Jumlah <i>baffle</i>	4	4
Lebar <i>baffle</i>	0,2103	0,2103
	Koil Pendingin	
Jumlah lilitan	3	2
Tinggi Tumpukan Koil (m)	0,4232	0,2319
Diameter Lilitan Koil	0,5256	0,5256
Panjang Lilitan Koil (m)	1,6518	1,6511
Panjang Koil (m)	10,1894	5,5282
Harga (\$)	111.300,00	111.300,00

3.2.5 Decanter

Tabel 3. 11 Spesifikasi Decanter

Fungsi	Penambahan air untuk melarutkan oleum dan memisahkan produk menurut densitas dan kelarutan dalam air
Kode	D-01
Jenis	<i>Horizontal Cylinder Vessel</i>

Tabel 3.11 Spesifikasi Decanter (Lanjutan)

Bahan	<i>Stainless Steel</i>
Jumlah	1 Buah
Kondisi Operasi	
Tekanan	1 atm
Temperatur	30 °C
Waktu tinggal	10 menit
Spesifikasi Alat	
Volume alat	1,828768354 m
Diameter alat	0,97674908 m
Tinggi alat	0,97674908 m
Tebal shell	0,1875 in
Tebal head	0,1875 in
Tinggi Head	8,032135534 in
Diameter Pipa	
Pipa Umpan	2,88 in
Pipa Fase Berat	1,90 in
Pipa Fase Ringan	2,88 in
Harga	\$ 196.985,24

3.2.6 Netralizer

Tabel 3. 12 Spesifikasi Netralizer

Fungsi	Menetralkan asam dodekilbenzene sulfonate menjadi Sodium Dodekilbenzene Sulfonate menggunakan NaOH
Jenis	Reaktor Alir Tangki Berpengaduk
Bahan	<i>Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 316</i>
Jumlah	2 buah
Kondisi Operasi	
Tekanan	1 atm
Temperatur	50 °C
Waktu tinggal	7,5 menit
Spesifikasi Alat	
Volume alat	1,2599 m ³
Diameter alat	1,3716 m
Tinggi alat	1,3716 m

Tabel 3.12 Spesifikasi Netralizer (Lanjutan)

Tebal shell	0.1875 in
Tebal head	0.1875 in
Tinggi Head	11,2389 in
Harga	\$ 178.000,00

3.2.7 *Spray Dryer*

Tabel 3. 13 Spesifikasi *Spray Dryer*

Fungsi	Mengeringkan produk melalui proses kontak langsung dengan udara pengering sehingga didapatkan produk berupa powder.
Jenis	Spray Dryer with Pressure atomizer
Bahan	Stainless Steel AISI (316)
Jumlah	1 buah
Kondisi Operasi	
Tekanan	1 atm
Temperatur	200,00
Waktu Tinggal	3 detik
Spesifikasi Alat	
Volume alat (m ³)	227,10
Diameter silinder (m)	3,73
Tinggi Konis (m)	1,08
Tinggi Silinder (m)	13,85
Tinggi total (m)	16,00
Tebal Shell (in)	0,38
Diameter droplet (mm)	0,1
Harga	\$ 595.251,74

3.2.8 *Furnace*

Tabel 3. 14 Spesifikasi *Furnace*

Kode	F-01
Fungsi	Memanaskan udara sebelum masuk spray dryer
Bahan Konstruksi	SA-213 Grade TP316
Jumlah	1 unit
Kondisi Operasi	
Suhu	200,00 °C

Tabel 3.14 Spesifikasi *Furnace*

Tekanan	1,00 atm
Q	93.975.862,59 BTU/jam
Shedule Number	30,00
Diameter Luar (OD)	42,00 in
Diameter Dalam (ID)	41,00 in
Panjang	6,10 m
Lebar	2,13 m
Tinggi	20,10 m
Volume	9.234,26 ft ³
Harga	\$ 275.829,87

3.2.9 Bag Filter

Tabel 3. 15 Spesifikasi *Bag Filter*

Kode	FU-01
Fungsi	Menyaring udara sehingga mendapatkan bahan baku berupa O2 dan N2
Tipe	Bag Filter
Bahan	Wool Black
Jumlah	1
Jumlah Bag	1600
Diameter Bag (m)	0,127
Kapasitas (kg/jam)	392.413,571
Flow area (m2)	1.557,232
Harga	\$ 16,58

3.2.10 Fan 1

Tabel 3. 16 Spesifikasi *Fan 1*

Fungsi	Mengalirkan udara kering dari lingkungan sebagai media pengeringan di spray dryer
Jenis	<i>Axial fan</i>
Jumlah	1 buah
Jumlah Udara Masuk	252.006,70 kg/jam
Laju volumetrik udara	135.5513,37 ft ³ /menit
Power motor	30 Hp
Harga	\$ 1.895,30

3.2.12 *Fan 2*

Tabel 3. 17 Spesifikasi *Fan 2*

Fungsi	Mengalirkan udara kering dari lingkungan yang nantinya akan digunakan sebagai media pengeringan di spray dryer
Jenis	<i>Axial fan</i>
Jumlah	1 buah
Jumlah Udara Masuk	252.006,70 kg/jam
Laju volumetrik udara	135.5513,37 ft ³ /menit
Power motor	30 Hp
Harga	\$ 1.895,30

3.2.13 *Screw Conveyor*

Tabel 3. 18 Spesifikasi *Screw Conveyor*

Dipilih Kapasitas	15,00 Ton/jam
Diameter Screw	10,00 in
Diameter Pipa	2,50 in
Pusat Gantungan	10,00 ft
Kecepatan Motor	80,00 rpm
Diameter bagian Umpan	9,00 in
Panjang	30,00 ft
Daya Motor	2,25 Hp
Harga	\$ 6.300,00

3.2.14 *Bucket Elevator*

Tabel 3. 19 Spesifikasi *Bucket Elevator*

Kode	BE-01
Fungsi	Mengangkut produk akhir berupa serbuk dari <i>Spray Dryer</i> (SD-01) ke Silo (S-01)
Jenis	<i>Centrifugal Discharge Bucket</i>
Material	<i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Jumlah	1 Buah
Kapasitas	10,24

Tabel 3.19 Spesifikasi *Bucket Elevator* (Lanjutan)

Panjang	3,86
Lebar	2,59
Tinggi	22,86
Kecepatan	0,00006
Power motor	5,00
Jumlah Bucket	8,00
Harga	\$ 19.800,00

3.2.15 Pompa

Tabel 3. 20 Spesifikasi Pompa

Kode	P-01	P-02	P-03	P-04
Fungsi	Mengalirkan Dodekilbenzene dari truk pengangkut ke tangki penyimpanan (T-01)	Mengalirkan Oleum dari truk pengangkut ke tangki penyimpanan (T-02)	Mengalirkan NaOH 50% dari truk pengangkut ke tangki penyimpanan (T-03)	Mengalirkan Sodium Tripolyphospate dari tangki penyimpanan (T-04) ke pipa Spray Dryer
Jenis Pompa	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>			
Impeller	<i>Mixed flow impellers</i>	<i>Radial flow impellers</i>		<i>Mixed flow impellers</i>
Bahan Kontruksi	<i>Stainless Steel SA-167 Tipe 316</i>		<i>Carbon steel SA-283 grade C</i>	<i>Stainless Steel SA-167 Tipe 316</i>
Kapasitas	410.16 m ³ /jam	4.21 m ³ /jam	4.21 m ³ /jam	0.05 m ³ /jam
Kecepatan Aliran	3.00 ft/s	1.78 ft/s	1.78 ft/s	0.22 ft/s
Ukuran Pipa				
IPS	2.50 in	2.00 in	2.00 in	0.50 m
Sch.Number	40.00	4.00	4.00	4.00
OD	2. 88 in	2.38 in	2.38 in	0.84 in
ID	2. 47 in	2.07 in	2.07 in	0.62 in
Dimensi Daya				
Friction head	0.03 ft	0.042 ft	0.042 ft	0.540 ft
Static Head	55,86 ft	42,16 ft	35,29 ft	13,97 ft

Pressure Head	0 ft	0 ft	0 ft	0 ft
Velocity Head	0 ft	0 ft	0 ft	0 ft
Kode	P-01	P-02	P-03	P-04
Efisiensi pompa	0.58	0.32	0.32	0.02
Daya Pompa	958.35 watt	1,016.86 watt	865.70 watt	81.51 watt
Daya motor	1,118.55 watt	1,491.40 watt	491.40 watt	372.85 watt
Kecepatan putar	892.59 rpm	378.58 rpm	427.14 rpm	196.30 rpm
Harga	\$ 11,300.00	\$ 11,300.00	\$ 11,300.00	\$7,600.00

Tabel 3. 21 Lanjutan Spesifikasi Pompa

Kode	P-05	P-06	P-07	P-08
Fungsi	Mengalirkan umpan Dodekilbenzene dari tangki penyimpanan (T-01) ke Reaktor (R-01)	Mengalirkan umpan Oleum dari tangki penyimpanan (T-02) ke Reaktor (R-01)	Mengalirkan produk dari Reaktor (R-01) ke Reaktor (R-02)	Mengalirkan produk Reaktor (R-02) ke Dekanter (D-01)
Jenis Pompa	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>			
Impeller	<i>Mixed flow impellers</i>			
Bahan Kontruksi	<i>Stainless Steel SA-167 Tipe 316</i>			
Kapasitas	10.16 m ³ /jam	4.63 m ³ /jam	10.11 m ³ /jam	9.06 m ³ /jam
Kecepatan Aliran	3.00 ft/s	1.95 ft/s	1.94 ft/s	2.67 ft/s
	Ukuran Pipa			

Kode	P-05	P-06	P-07	P-08
IPS	2.50 m	2.00 in	3.00 in	2.50 in
Kode	P-05	P-06	P-07	P-08
Sch.Number	40.00	40.00	40.00	40.00
OD	2.88 in	2.38 in	3.50 in	2.88 in
ID	2.47 in	2.07 in	3.07 in	2.47 in
Dimensi Daya				
Friction head	0.03 ft	0.036 ft	0.028 ft	0.038 ft
Statistic Head	3,03 ft	3,03 ft	3,03 ft	3,88 ft
Preassure Head	0 ft	0 ft	0 ft	0 ft
Velocity Head	0 ft	0 ft	0 ft	0 ft
Efisiensi pompa	0.58	0.45	0.58	0.55
Daya Pompa	222.34 watt	192.44 watt	193.87 watt	455.67 watt
Daya motor	372.85 watt	372.85 watt	372.85 watt	745.70 watt
Kecepatan putar	2,670.15 rpm	2,422.73 rpm	4,777.84 rpm	378.58 rpm
Harga	\$11,300.00	\$ 11,300.00	\$14,200.00	\$11,300.00

Tabel 3. 22 Lanjutan Spesifikasi Pompa

Kode	P-09	P-10	P-11	P-12
Fungsi	Mengalirkan produk bawah dari Dekanter (D-01) ke Tangki Penyimpanan (T-04)	Mengalirkan produk atas dari Dekanter (D-01) ke Netralizer (N-01)	Mengalirkan umpan NaOH dari Tangki Penyimpanan (T-03) ke Netralizer (N-01)	Mengalirkan produk dari Netralizer (N-01) ke Netralizer (N-02)
Jenis Pompa	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>			
Impeller	<i>Radial flow impellers</i>	<i>Mixed flow impellers</i>		
Bahan Kontruksi	<i>Stainles Steel SA-167 Tipe 316</i>			
Kapasitas	2,88 m ³ /jam	7,31 m ³ /jam	1,90 m ³ /jam	9.76 m ³ /jam
Kecepatan Aliran	1,99 ft/s	2,16 ft/s	1,79 ft/s	2,88 ft/s
	Ukuran Pipa			
IPS	1.50 in	2.50 m	1.25 m	2.50 in
Sch.Number	40.00	40.00	40.00	40.00
OD	1.90 in	2.88 in	1.66 in	2.88 in
ID	1.61 in	2.47 in	1.38 in	2.47 in
	Dimensi Daya			
Friction head	0.027 ft	0.028 ft	0.023 ft	0.023 ft
Statistic Head	55,86 ft	6,02 ft	5,44 ft	5,44 ft
Pressure Head	0 ft	0 ft	0 ft	0 ft
Velocity Head	0 ft	0 ft	0 ft	0 ft
Efisiensi pompa	0.29	0.50	0.50	0.57

Kode	P-09	P-10	P-11	P-12
Daya Pompa	1,066.93 watt	145.31 watt	63.82 watt	340.43watt
Daya motor	1,491.40 watt	186.43 watt	93.21watt	559.28 watt
Kecepatan putar	507.10 rpm	4,297.95 rm	1,409.62 rpm	2,801.10 rpm
Harga	\$7,600.00	\$11,300.00	\$7,600.00	\$11,300.00

Tabel 3. 23 Lanjutan Spesifikasi Pompa

Kode	P-13	P-14
Fungsi	Mengalirkan produk dari Netralizer (N-02) ke Spray Dryer (SD-01)	Mengalirkan $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ dari tangki penyimpanan (T-04) ke pipa Spray Dryer
Jenis Pompa	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	
Bahan Kontruksi	<i>Stainless Steel SA-167 Tipe 316</i>	
Spesifikasi Pompa		
Jenis Aliran	<i>Radial flow impellers</i>	<i>Mixed flow impellers</i>
Kapasitas	9.76 m ³ /jam	0.05 m ³ /jam
Kecepatan Aliran	2.88 m ³ /jam	0.22 ft/s
Ukuran Pipa		
IPS	2.50 in	0.50 in
Sch.Number	40.00	40.00
Kode	P-13	P-14

OD	2.88 in	0.84 in
ID	2.47 in	0.62 in
Dimensi Daya		
Friction head	0.02 ft	0.540 ft
Statistic Head	55,86 ft	45,44 ft
Pressure Head	0 ft	0 ft
Velocity Head	0 ft	0 ft
Efisiensi pompa	0.57	0.02
Kode	P-13	P-14
Daya Pompa	1,582.99 watt	250.85 watt
Daya motor	2,237.10 watt	372.85 watt
Kecepatan putar	884.58 rpm	84.48 rpm
Harga	\$11,300.00	\$7,600.00

3.3 Neraca Massa

3.3.1 Neraca Massa Total

Tabel 3. 24 Neraca Massa Total

Komponen	Masuk	Keluar
$C_6H_5.C_{12}H_{25}$	7.131,540	11,410
C_9H_{10}	28,526	28,526
$H_2SO_4.SO_3$	6.450,275	0,000
$C_6H_5.C_{12}H_{25}SO_3$	0,000	0,000
H_2SO_4	0,000	4.266,076
H_2O	1.369,785	1.759,480
$NaOH$	1.157,745	0,000
$C_6H_5.C_{12}H_{25}SO_3Na$	0,000	10.072,378
$Na_5P_3O_{10}$	100,724	100,724
Udara	327.011,309	327.011,309
Jumlah	343.249,903	343.249,903

3.3.2 Neraca Massa Alat

a. Reaktor (R-01A)

Tabel 3. 25 Neraca Massa Reaktor (R-01A)

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)
	Arus 1	Arus 2	Arus 3
$C_6H_5.C_{12}H_{25}$	7.131,540		285,262
C_9H_{10}	28,526		28,526
$H_2SO_4.SO_3$		6.450,275	1.496,464
$C_6H_5.C_{12}H_{25}SO_3$			9.072,710
H_2SO_4			2.727,379
Jumlah	13.610,341		13610,341

b. Reaktor (R-01B)

Tabel 3. 26 Neraca Massa Reaktor (R-01B)

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
	Arus 3		Arus 4	
$C_6H_5.C_{12}H_{25}$	285,262		11,410	
C_9H_{10}	28,526		28,526	
$H_2SO_4.SO_3$	1.496,464		1.298,311	
$C_6H_5.C_{12}H_{25}SO_3$	9.072,710		9.435,619	
H_2SO_4	2.727,379		2.836,474	
Jumlah	13.610,341		13.610,341	

c. *Decanter* (D-01)Tabel 3. 27 Neraca Massa *Decanter* (D-01)

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
	Arus 4	Arus 5	Arus 6	Arus 7
$C_6H_5.C_{12}H_{25}$	11,410			11,410
C_9H_{10}	28,526			28,526
H_2O		212,040	80,750	
H_2SO_4	2.836,474		4.266,076	
$H_2SO_4.SO_3$	1.298,311			
$C_6H_5.C_{12}H_{25}SO_3$	9.435,619			9.435,619
Jumlah	13.822,381		13.822,381	

d. *Netralizer (N-01)*

Tabel 3. 28 Neraca Massa Netralizer (N-01)

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)
	arus 7	arus 8	arus 9
$C_6H_5.C_{12}H_{25}$	11,410		11,410
C_9H_{10}	28,526		28,526
$C_6H_5.C_{12}H_{25}SO_3$	9.435,619		0,000
$C_6H_5.C_{12}H_{25}SO_3Na$			10.072,378
H_2O		1.157,745	1.678,730
NaOH		1.157,745	0,000
Jumlah	11.791,045		11.791,045

e. *Spray Dryer (SD-01)*Tabel 3. 29 Neraca Massa *Spray Dryer (SD-01)*

Komponen	Masuk (kg/jam)			Keluar (kg/jam)	
	Arus 9	Arus 10	Arus 11	Arus 12	Arus 13
$C_6H_5.C_{12}H_{25}$	11,410			3,423	7,987
C_9H_{10}	28,526			28,526	0,000
$C_6H_4.C_{12}H_{25}SO_3Na$	10.072,378				10.072,378
H_2O	1.678,730			1.569,612	109,117
$Na_5P_3O_{10}$		100,724			100,724
Udara			327.011,309	327.011,309	
Jumlah	11.791,045	100,724	327.011,309	328.612,870	10.290,207
Total	338.903,077			338.903,077	

3.4 Neraca Energi

3.4.1 Neraca Energi Total

Tabel 3. 30 Neraca Energi Total

Alat	Q masuk (Kj/jam)	Q keluar (Kj/jam)
<i>Heater</i> (HE-01)	390.836,90	390.836,90
<i>Heater</i> (HE-02)	361.480,99	361.480,99
<i>Heater</i> (HE-03)	341156,15	341156,1479
<i>Cooler</i> (CL-01)	479056,48	479056,4764
Reaktor (R-01A)	1.570.723,16	1.570.723,16
Reaktor (R-01B)	2.244.658,07	2.244.658,07
<i>Decanter</i> (D-01)	141.016	141.016
Netralizer (N-01)	633423	633423
<i>Furnace</i> (F-01)	78.713.429,41	78.713.429,41
<i>Spray Dryer</i> (SD-01)	98.139.757,46	98.139.757,46
Total	390.836,90	390.836,90

3.4.2 Neraca Energi Alat

a. *Heater* (HE-01)

Tabel 3. 31 Neraca Energi *Heater* (HE-01)

Komponen	ΔH in (Kj/jam)	ΔH out (Kj/jam)
$C_6H_5.C_{12}H_{25}$	77.149,00	389.208,44
C_9H_{10}	316,90	1.628,47
Q steam	313.371,00	
Total	390.836,90	390.836,90

b. *Heater* (HE-02)

Tabel 3. 32 Neraca Energi *Heater* (HE-02)

Komponen	ΔH in (Kj/jam)	ΔH out (Kj/jam)
H_2SO_4	25.426,33	128.437,34
SO_3	46.384,65	233.043,65
Q steam	289.670,01	
Total	361.480,99	361.480,99

c. *Heater* (HE-03)Tabel 3. 33 Neraca Energi *Heater* (HE-03)

Komponen	ΔH_{in} (Kj/jam)	ΔH_{out} (Kj/jam)
<i>Q in</i>	67655,55	
<i>Q out</i>		341156,15
<i>Q steam</i>	273500,60	
Total	341156,15	341156,1479

d. *Cooler* (CL-01)Tabel 3. 34 Neraca Energi *Cooler* (CL-01)

Komponen	ΔH_{in} (Kj/jam)	ΔH_{out} (Kj/jam)
<i>Q in</i>	479056,48	
<i>Q out</i>		122238,03
<i>Q pendingin</i>		356818,45
Total	479056,48	479056,4764

e. Reaktor (R-01A)

Tabel 3. 35 Neraca Energi Reaktor (R-01A)

Komponen	ΔH_{in} (Kj/jam)	ΔH_{out} (Kj/jam)
$C_6H_5.C_{12}H_{25}$	165.260,05	6.610,40
$H_2SO_4.SO_3$	2.078.138,04	35.322,55
C_9H_{10}	1.250,63	1.250,63
$C_6H_5.C_{12}H_{25}SO_3$		1.383.972,45
H_2SO_4		24.011,72
ΔH Reaksi	9,35	
<i>Q terserap</i>		793.490,32
Total	2.244.658,07	2.244.658,07

f. Reaktor (R-01B)

Tabel 3. 36 Neraca Energi Reaktor (R-01B)

Komponen	ΔH_{in} (Kj/jam)	ΔH_{out} (Kj/jam)
C ₆ H ₅ .C ₁₂ H ₂₅	165.260,05	6.610,40
H ₂ SO ₄ .SO ₃	2.078.138,04	35.322,55
C ₉ H ₁₀	1.250,63	1.250,63
C ₆ H ₅ .C ₁₂ H ₂₅ SO ₃		1.383.972,45
H ₂ SO ₄		24.011,72
ΔH Reaksi	9,35	
Q terserap		793.490,32
Total	2.244.658,07	2.244.658,07

g. Dekanter (D-01)

Tabel 3. 37 Neraca Energi Dekanter (D-01)

Komponen	ΔH_{in} (Kj/jam)	ΔH_{out} (Kj/jam)
C ₆ H ₅ .C ₁₂ H ₂₅	123	123
C ₉ H ₁₀	317	317
H ₂ O	2.735	1.042
H ₂ SO ₄	20.309	30.544
H ₂ SO ₄ .SO ₃	8.542	
C ₆ H ₄ .C ₁₂ H ₂₅ SO ₃	108.990	108.990
Total	141.016	141.016

h. Netralizer (N-01)

Tabel 3. 38 Neraca Energi Netralizer (N-01)

Komponen	ΔH_{in} (Kj/jam)	ΔH_{out} (Kj/jam)
C ₆ H ₅ .C ₁₂ H ₂₅	265,5757	265,5757
C ₉ H ₁₀	1250,6272	1250,6272
C ₆ H ₅ .C ₁₂ H ₂₅ SO ₃	420153,5038	4201,5350
H ₂ O	151493,0	621442,8284
NaOH	60260,0	602,3920

Tabel 3.39 Neraca Energi Netralizer (N-01) (Lanjutan)

Komponen	ΔH in (Kj/jam)	ΔH out (Kj/jam)
C ₆ H ₅ .C ₁₂ H ₂₅ SO ₃ Na	0,0	902586,5827
ΔH Reaksi	0,58034	
Q terserap		-896926,895
Total	633423	633423

i. *Furnace* (F-01)

Tabel 3. 39 Neraca Energi Furnace (F-01)

Komponen	ΔH in (Kj/jam)	ΔH out (Kj/jam)
N ₂	2.646.485,07	89.817.808,94
O ₂	315.550,63	11.278.451,56
H ₂ O	29.344,65	1.044.602,45
Q pemanasan	99.149.482,59	
Total	102.140.862,95	102.140.862,95

j. *Spray Dryer* (SD-01)

Tabel 3. 40 Neraca Energi Spray Dryer (SD-01)

Komponen	Q Input (kJ)	Q Output (kJ)
Padatan	27.554.243,97	63.005.831,57
Udara	80.867.280,58	45.415.692,99
TOTAL	108.421.524,56	108.421.524,56

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Pemilihan dan penentuan letak suatu pabrik dalam perencanaan pabrik akan mempengaruhi kemajuan serta kelangsungan suatu industri, karena hal tersebut menyangkut faktor produksi dan besarnya keuntungan yang dihasilkan serta perluasan di masa yang akan datang. Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam menentukan lokasi pabrik yang tepat karena akan memberikan kontribusi yang sangat penting baik dalam segi teknis maupun segi ekonomis. Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan tertentu, pabrik Sodium Dodekilbenzene Sulfonat direncanakan akan didirikan di kecamatan Jombang, Kota Cilegon, Banten.



Gambar 4. 1 Lokasi Pabrik Sodium Dodekilbenzen Sulfonat

Pemilihan lokasi pabrik ini didasarkan pada beberapa faktor antara lain :

a. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku dodekilbenzen dapat diperoleh dari PT. Indo Sukses Sentra Usaha yang beroperasi di Jakarta dengan kapasitas produksi 80.000 ton/tahun. Atau Dodekilbenzene dibeli dari PT. Unggul Indah Corporation yang terletak di Cilegon, Banten. Untuk bahan baku oleum diperoleh dari PT *Indonesian Acids Industry* yang terletak di Bekasi. Untuk bahan baku NaOH 50% dibeli dari PT. Asahimas Chemical yang terletak di Banten. Dan untuk bahan pembangun $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ diperoleh dari PT Panda Mas Kimia Abadi yang terletak di Jakarta Barat.

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. Pemasaran dan pendistribusian produk mudah dijangkau karena tersedianya sarana transportasi yang memadai baik jalur darat maupun jalur laut.

c. Utilitas

Utilitas yang diperlukan dalam mendirikan suatu pabrik meliputi tenaga listrik, air dan bahan bakar. Kebutuhan listrik disuplai oleh PLN dan generator pabrik yang dibangun sendiri sebagai cadangan. Kebutuhan air diambil dari Sungai Cidanau yang berada didekat lokasi pabrik. Sedangkan

untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar untuk generator dan boiler yang berupa fuel oil dapat diperoleh dari Pertamina.

d. Tenaga Kerja

Tenaga kerja dapat dengan mudah diperoleh di kawasan industri Cilegon karena dari tahun ke tahun tenaga kerja semakin meningkat. Begitu juga dengan tingkat sarjana Indonesia serta tenaga kerja lokal yang berkualitas. Sebagai kawasan industri, daerah ini merupakan salah satu tujuan para pencari kerja.

e. Transportasi dan Telekomunikasi

Daerah lokasi pabrik di kawasan Cilegon merupakan daerah yang mudah dijangkau oleh sarana transportasi dan telekomunikasi antara lain 29 karena dekat dengan pelabuhan (Pelabuhan Merak) dan sarana jalan raya dan jalan tol yang memadai.

f. Keadaan Geografis dan Iklim

Daerah Cilegon, Banten merupakan suatu daerah yang terletak di daerah kawasan industri. Daerah Cilegon dan sekitarnya telah direncanakan oleh pemerintah sebagai salah satu pusat pengembangan wilayah produksi industri. Temperatur udara normal daerah tersebut sekitar 22-30°C, sehingga operasi pabrik dapat berjalan dengan lancar. Bencana alam seperti gempa bumi dan tanah longsor jarang terjadi sehingga operasi pabrik dapat berjalan lancar.

4.2 Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)

Tata letak letak pabrik merupakan tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat karyawan bekerja, tempat kerja peralatan dan tempat penyimpanan bahan yang ditinjau dari segi hubungan antara satu dengan yang lainnya. Selain peralatan yang tercantum dalam *flow sheet* proses, beberapa bangunan fisik lainnya seperti kantor, gudang, laboratorium, bengkel dan lain sebagainya harus terletak pada bagian yang seefisien mungkin, terutama ditinjau dari segi lalu lintas barang, kontrol, keamanan, dan ekonomi. Selain itu yang harus diperhatikan dalam penentuan tata letak pabrik adalah penempatan alat-alat produksi yang sedemikian rupa sehingga dalam proses produksi dapat memberikan keamanan dan kenyamanan. Secara garis besar tata letak pabrik dibagi dalam beberapa daerah utama, yaitu:

- a. Daerah administrasi/perkantoran, laboratorium dan fasilitas pendukung.

Area ini terdiri dari:

1. Daerah administrasi sebagai pusat kegiatan administrasi dan keuangan pabrik.
 2. Laboratorium sebagai pusat kontrol kualitas bahan baku dan produk.
 3. Fasilitas – fasilitas bagi karyawan seperti: poliklinik, mess, kantin, aula dan masjid.
- b. Daerah proses, ruang kontrol dan perluasan.

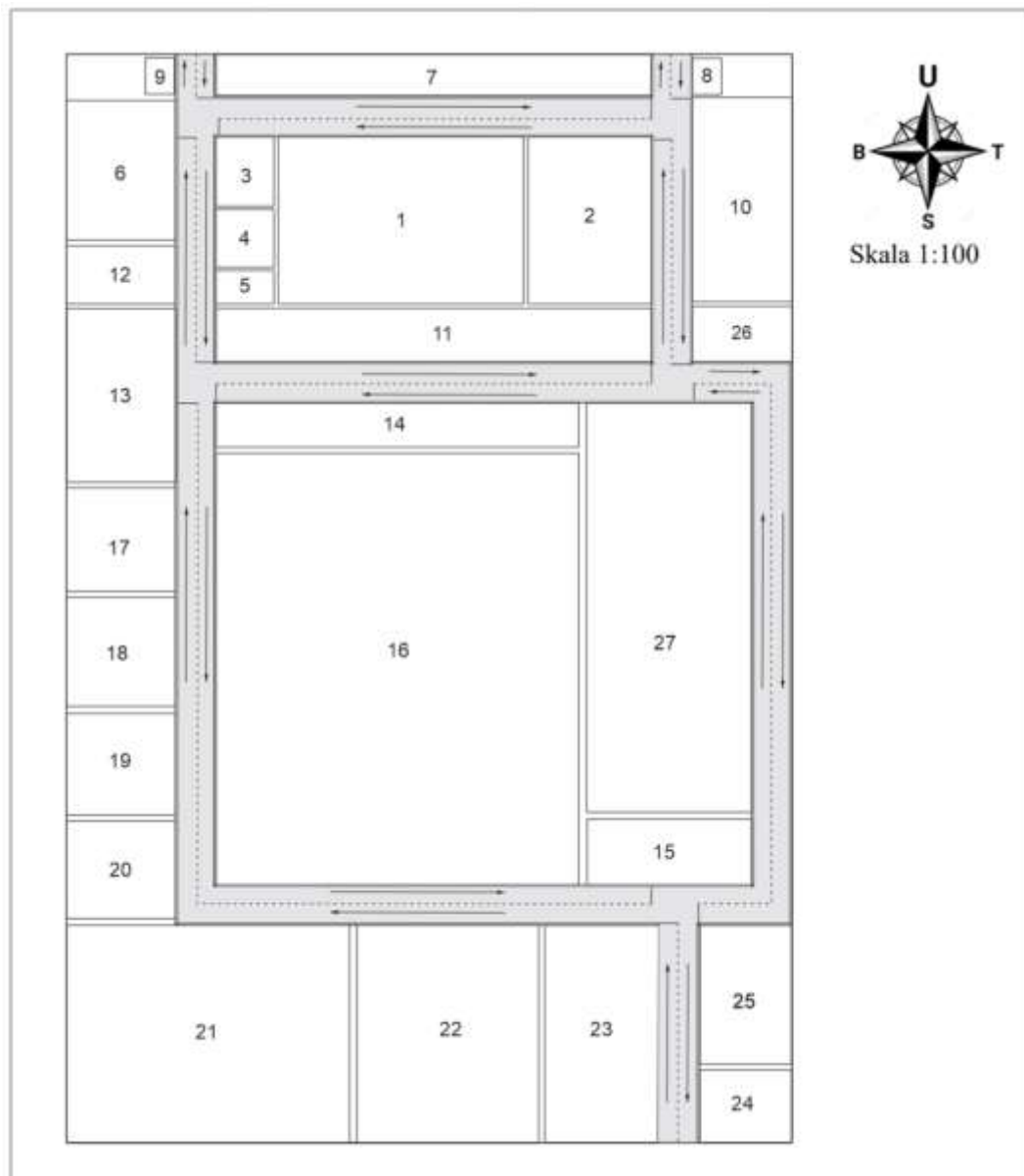
Merupakan lokasi alat-alat proses diletakkan untuk kegiatan produksi dan perluasannya. Ruang kontrol sebagai pusat pengendalian berlangsungnya proses.

c. Daerah utilitas dan *power station*

Merupakan lokasi pusat kegiatan penyediaan air, steam, air pendingin dan tenaga listrik disediakan guna menunjang jalannya proses, serta unit pemadam kebakaran.

Tabel 4. 1 Perincian Luas Bangunan dan Pabrik

No.	Lokasi	Bangunan		Luas (m ²)	Tanah		Luas (m ²)
		Panjang	Lebar		Panjang	Lebar	
1	Kantor	35	23	805	38,5	25,3	974,05
2	Gedung serbaguna	23	17	391	25,3	18,7	473,11
3	Masjid	10	8	80	11	8,8	96,8
4	Kantin	8	8	64	8,8	8,8	77,44
5	Koperasi	8	5	40	8,8	5,5	48,4
6	Area parkir utama	20	15	300	22	16,5	363
7	Pos satpam 1	5	4	20	5,5	4,4	24,2
8	Pos satpam 2	5	4	20	5,5	4,4	24,2
9	Poliklinik	15	8	120	16,5	8,8	145,2
10	Gudang	25	15	375	27,5	16,5	453,75
11	Area loading space 1	50	6	300	55	6,6	363
12	Area loading space 2	23	9	207	25,3	9,9	250,47
13	Area proses	60	50	3.000	66	55	3.630
14	Ruang alat	15	15	225	16,5	16,5	272,25
15	Laboratorium	15	15	225	16,5	16,5	272,25
16	Ruang control process	15	15	225	16,5	16,5	272,25
17	Ruang control utilitas	15	15	225	16,5	16,5	272,25
18	Area utilitas	40	30	1.200	44	33	1.452
19	Area parkir truk	20	16,5	330	22	18,15	399,3



Gambar 4. 2 Layout pabrik sodium dodekilbenzen sulfonat

Keterangan gambar :

- | | |
|---------------------|---------------------------------|
| 1. Kantor | 15. Area <i>loading space</i> 2 |
| 2. Gedung serbaguna | 16. Area proses |
| 3. Masjid | 17. Ruang alat |
| 4. Kantin | 18. Laboratorium |

- | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| 5. Koperasi | 19. Ruang <i>control process</i> |
| 6. Area parkir utama | 20. Ruang <i>control</i> utilitas |
| 7. Halaman depan kantor | 21. Area utilitas |
| 8. Pos satpam 1 | 22. UPL |
| 9. Pos satpam 2 | 23. Area parkir truk |
| 10. Taman | 24. Ruang listrik |
| 11. Halaman belakang kantor | 25. Bengkel |
| 12. Poliklinik | 26. Area pemadam kebakaran |
| 13. Gudang | 27. Perluasan pabrik |
| 14. Area <i>loading space</i> 1 | |

4.3 Tata Letak Alat Proses (*Machines Layout*)

Dalam perancangan tata letak alat proses pada pabrik Sodium Dodekilbenzen Sulfonat ini ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

a. Aliran Bahan Baku dan Produk

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Perlu diperhatikan juga elevasi pipa, di mana untuk pipa di atas permukaan tanah perlu dipasang pada ketinggian tiga meter atau lebih, sedangkan untuk pipa di permukaan tanah diatur sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu lalu lintas pekerja.

b. Aliran Udara

Aliran udara di dalam dan di sekitar area proses perlu diperhatikan supaya lancar. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat yang dapat mengakibatkan akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan pekerja. Dan perlu juga memperhatikan arah hembusan angin

c. Cahaya

Penerangan seluruh pabrik harus memadai dan pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau berisiko tinggi perlu diberikan penerangan tambahan.

d. Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan

Dalam perancangan tata letak alat proses perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah supaya apabila ada gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki. Selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

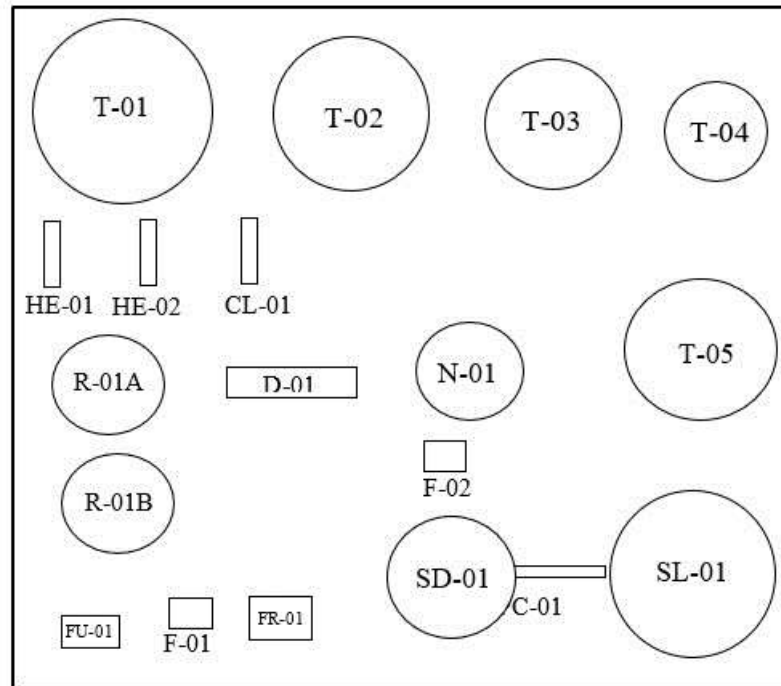
e. Pertimbangan Ekonomi

Dalam menempatkan alat-alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran serta keamanan produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.

f. Jarak Antar Alat Proses

Untuk alat proses yang mempunyai temperature dan tekanan operasi yang tinggi, sebaiknya dipisahkan dari alat - alat proses lainnya. Sehingga

apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut tidak membahayakan alat - alat proses lainnya.



Tabel 4. 2 Lay out alat proses

(Skala 1 : 500)

Keterangan gambar :

- | | |
|---|-----------------------------------|
| 1. T-01 : Tangki penyimpanan dodekilbenzen | 11. R-01A : Reaktor 01A |
| 2. T-02 : Tangki penyimpanan oleum | 12. R-01B : Reaktor 01B |
| 3. T-03 : Tangki penyimpanan NaOH 50% | 13. D-01 : Decanter 01 |
| 4. T-04 : Tangki penyimpanan $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ | 14. N-01 : Netralizer 01 |
| 5. T-05 : Tangki penyimpanan H_2SO_4 | 15. SD-01 : <i>Spray Dryer</i> 01 |
| 6. SL-01 : Silo sodium dodekilbenzen sulfonat | 16. FU-01 : Filter Udara 01 |
| 7. PC-01 : <i>Pneumatic conveyor</i> 01 | 17. F-01 : <i>Fan</i> 01 |
| 8. HE-01 : <i>Heater</i> 01 | 18. F-02 : <i>Fan</i> 02 |
| 9. HE-02 : <i>Heater</i> 02 | 19. FR-01 : <i>Furnace</i> 01 |
| 10. CL-01 : <i>Cooler</i> 01 | |

4.4 Organisasi Perusahaan

4.4.1 Bentuk Organisasi

Pabrik Sodium Dodekilbenzene Sulfonat yang akan didirikan direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas (PT) merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Dalam Perseroan Terbatas (PT) pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap saham. Untuk perusahaan-perusahaan skala besar, biasanya menggunakan bentuk Perseroan Terbatas (PT/korporasi). Perseroan Terbatas (PT) merupakan asosiasi pemegang saham yang diciptakan berdasarkan hukum dan dianggap sebagai badan hukum. Beberapa faktor yang menjadi alasan dalam pemilihan perusahaan yang berbentuk Perseroan Terbatas adalah sebagai berikut :

- a. Kemudahan dalam mendapatkan modal dengan menjual saham perusahaan maupun berasal dari bank.
- b. Kelancaran produksi hanya bisa dipegang oleh pimpinan perusahaan karena tanggung jawab pemegang saham yang sangat terbatas.
- c. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, pemilik perusahaan adalah pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta stafnya yang diawasi oleh dewan komisaris sehingga kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan perusahaan.

- d. Efisiensi dari manajemen dimana para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur utama yang cukup cakap dan berpengalaman.
- e. Lapangan usaha yang lebih luas karena suatu perusahaan terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat sehingga dengan modal ini dapat memperluas usahanya.
- f. Dapat dengan mudah mendapatkan kredit dari bank dengan jaminan perusahaan.

4.4.2 Struktur Organisasi

Dalam menjalankan perusahaan yang perlu dibutuhkan yaitu sumber daya manusia dan juga sistem manajemen atau organisasi yang mempunyai pembagian tugas dan wewenang yang baik. Struktur organisasi dari suatu perusahaan dapat disesuaikan dengan bentuk dan kebutuhan dari masing-masing perusahaan. Terbentuknya struktur organisasi yang baik dapat diperoleh dari manajemen perusahaan yang baik juga. Struktur organisasi membantu perusahaan untuk mengatur dan membagi bagian, posisi, tugas, kedudukan, wewenang, dan tanggung jawab dari masing-masing bagian atau divisi yang terbentuk di dalam perusahaan tersebut. Bagian-bagian atau jabatan yang akan dibentuk dalam perusahaan ini dimulai dari jenjang tertinggi dimana terdapat dua bentuk struktur organisasi yang baik yaitu sistem line dan staf. Ada dua jenis kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi garis dan staf ini diantaranya adalah sebagai berikut :

- a. Sebagai garis atau line yaitu orang-orang yang menjalankan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
- b. Sebagai staf yaitu orang-orang yang melakukan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya, dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh seorang Dewan Komisaris, sedangkan tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Produksi serta Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum. Dimana Direktur Produksi membawahi bidang produksi, proses, pengendalian, utilitas dan pemeliharaan. Sedangkan Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum membawahi bidang pembelian, pemasaran, administrasi dan keuangan, personalia, humas dan keamanan serta penelitian dan pengembangan. Direktur membawahi beberapa Kepala Bagian yang akan bertanggung jawab atas bawahannya sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing Kepala Bagian akan membawahi beberapa seksi dan masing-masing seksi akan membawahi dan mengawasi beberapa karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan terbagi menjadi beberapa kelompok regu yang akan dipimpin oleh masing-masing kepala regu, dimana kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas pada masing-masing seksi.

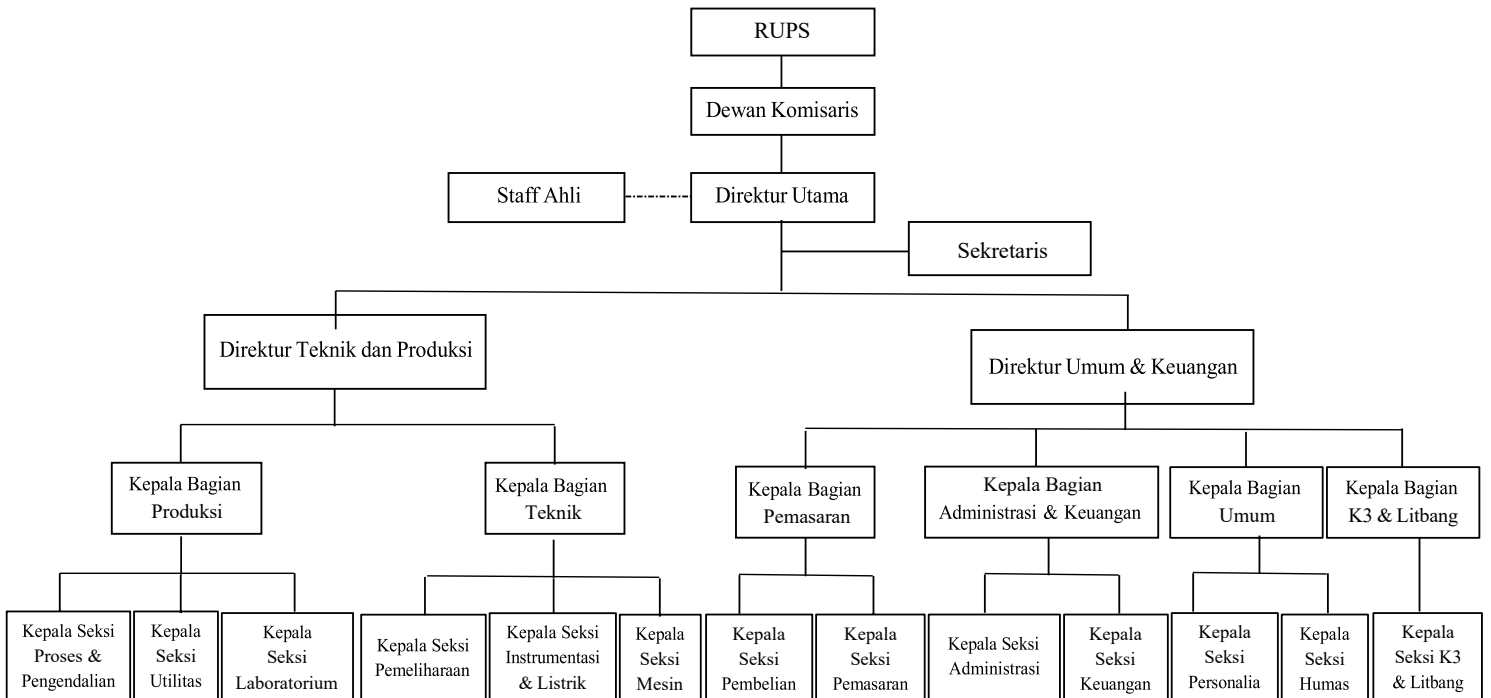
Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli di bidangnya. Staf ahli akan

memberikan bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapai tujuan perusahaan.

Manfaat adanya struktur organisasi tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Menjelaskan mengenai pembatasan tugas tanggung jawab dan wewenang.
- b. Sebagai materi pengantar untuk pejabat.
- c. Penempatan pegawai yang lebih tepat.
- d. Penyusunan rencana pengembangan manajemen.
- e. Penataan ulang langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar dan tidak memenuhi syarat.

STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN



Gambar 4. 3 Struktur organisasi Perusahaan Pabrik SDBS

4.4.3 Tugas dan Wewenang

a. Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS)

Pemegang kekuasaan tertinggi pada struktur organisasi garis dan staf adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). RUPS dihadiri oleh pemilik saham serta dewan komisaris, dan dilaksanakan minimal satu kali dalam setahun untuk terus memantau dan mengevaluasi jalannya perusahaan. Akan tetapi, apabila terjadi hal mendesak, RUPS dapat tetap dilaksanakan sesuai dengan ketentuan forum. Hak dan wewenang RUPS adalah sebagai berikut :

1. Meminta pertanggungjawaban Dewan Komisaris
2. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris dan Direktur serta mengesahkan anggota pemegang saham apabila mengundurkan diri sesuai dengan musyawarah
3. Mengesahkan hasil-hasil kerja serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan
4. Menetapkan besar keuntungan tahunan yang diperoleh untuk dibagikan, disimpan, atau ditanamkan kembali.

b. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris dipilih RUPS yang merupakan pelaksana dari pemilik saham, sehingga bertanggung jawab terhadap pemilik saham. Tugas-tugas Dewan Komisaris diantaranya sebagai berikut :

1. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, target perusahaan, alokasi sumber-sumber dana, dan pengarahannya pemasaran.

2. Melaksanakan pengawasan terhadap seluruh aktivitas dan pelaksanaan tugas direktur.
3. Membantu direktur utama dalam kegiatan yang bersifat penting.

c. Direktur Utama

Direktur utama memiliki jabatan tertinggi dalam perusahaan yang bertanggung jawab sepenuhnya terhadap keberhasilan perusahaan sesuai dengan target dari RUPS. Direktur utama sebagai pimpinan tertinggi dalam perusahaan memiliki tanggung jawab atas segala tindakan dan kebijaksanaan terhadap dewan komisaris. Tugas-tugas Direktur utama meliputi:

1. Memimpin dan mengembangkan perusahaan secara efektif dan efisien.
2. Merumuskan dan melaksanakan kebijaksanaan umum pabrik sesuai dengan kebijaksanaan RUPS.
3. Mengusulkan kerjasama dengan pihak eksternal demi kepentingan perusahaan.
4. Mewakili perusahaan untuk menjalin hubungan maupun perjanjian-perjanjian dengan pihak ketiga.
5. Merencanakan dan mengawasi pelaksanaan tugas setiap orang yang bekerja dalam perusahaan.

Dalam melaksanakan tugasnya, Direktur Utama akan dibantu oleh Sekretaris, Direktur Produksi dan Teknik, serta Direktur Keuangan dan Umum. Berikut merupakan tugas masing-masing sebagai berikut:

1. Sekretaris

Sekretaris diangkat oleh direktur utama untuk menangani masalah surat-menyurat untuk pihak perusahaan, menangani kearsipan dan pekerjaan lain untuk membantu dalam menangani administrasi perusahaan.

2. Direktur Teknik dan Produksi

Direktur teknik dan produksi bertanggung jawab langsung terhadap direktur utama. Tugas direktur teknik dan produksi adalah memimpin semua pelaksanaan kegiatan perusahaan yang memiliki hubungan dengan bidang produksi, operasi, teknik, utilitas, pengembangan, pemeliharaan, pengadaan, dan laboratorium. Direktur teknik dan produksi dibantu oleh dua kepala bagian, yaitu:

a) Kepala Bagian Produksi

Tugas dari kepala bagian produksi adalah mengatur dan mengawasi semua pelaksanaan kegiatan perusahaan yang berhubungan dengan bidang produksi, proses, pengendalian, dan laboratorium. Dalam menjalankan tugasnya, kepala bagian produksi akan dibantu oleh beberapa seksi yaitu, seksi proses & pengendalian, seksi utilitas dan seksi laboratorium.

b) Kepala Bagian Teknik

Tugas dari kepala bagian teknik adalah mengatur dan mengawasi semua pelaksanaan kegiatan perusahaan yang berhubungan dengan bidang teknik dan pemeliharaan. Dalam

menjalankan tugasnya, kepala bagian teknik dibantu oleh 3 Kepala seksi yaitu seksi pemeliharaan, seksi instrumentasi & listrik serta seksi mesin

3. Direktur Keuangan dan Umum

Direktur keuangan dan umum bertanggung jawab langsung terhadap direktur utama. Tugas direktur keuangan dan umum adalah memimpin semua kegiatan perusahaan yang berhubungan dengan bidang administrasi, personalia, keuangan, pemasaran, humas, keamanan, dan keselamatan kerja. Direktur keuangan dan umum dibantu oleh beberapa kepala bagian yaitu :

a) Kepala Bagian Pemasaran

Tugas kepala bagian pemasaran adalah mengatur dan mengawasi semua pelaksanaan kegiatan perusahaan yang berhubungan dengan bidang pembelian bahan baku dan pemasaran produk. Dalam menjalankan tugasnya, kepala bagian pemasaran dibantu oleh dua kepala seksi, yaitu seksi pembelian dan seksi pemasaran.

b) Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan

Tugas kepala bagian administrasi dan keuangan adalah mengatur dan mengawasi semua pelaksanaan kegiatan operasional perusahaan serta pembukuan dan pengaturan gaji karyawan. Dalam menjalankan tugasnya, kepala bagian administrasi dan keuangan

dibantu oleh dua kepala seksi, yaitu seksi administrasi dan seksi keuangan.

c) Kepala Bagian Umum

Tugas kepala bagian umum adalah mengatur dan mengawasi semua pelaksanaan kegiatan perusahaan yang berhubungan dengan bidang personalia, humas, dan keamanan. Dalam menjalankan tugasnya, kepala bagian umum dibantu oleh kepala seksi, yaitu seksi personalia, seksi humas, dan seksi keamanan.

d) Kepala Bagian K3 dan Litbang

Tugas dari kepala bagian K3 dan litbang yaitu mengatur dan mengawasi semua pelaksanaan kegiatan perusahaan yang berhubungan dengan bidang K3 dan litbang. Dalam menjalankan tugasnya, kepala bagian K3 dan litbang dibantu oleh dua kepala seksi, meliputi seksi K3 dan seksi Litbang.

d. Staff Ahli

Staff ahli memiliki tugas memberi masukan, berupa saran, nasihat, dan pandangannya terhadap segala aspek operasional yang terlibat dalam perusahaan.

4.4.4 Pengaturan Jam Kerja

Pabrik Sodium Dodekilbenzen Sulfonat direncanakan akan dioperasikan selama 330 hari selama satu tahun secara kontinyu dalam 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan merupakan hari libur digunakan untuk

perbaikan, perawatan atau shut down. Menurut pengaturan jam kerja, karyawan dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu:

- a. Karyawan non-shift yaitu karyawan yang bekerja selama 5 hari dengan total kerja 40 jam per minggu. Sedangkan hari Sabtu, Minggu dan hari besar ditetapkan sebagai hari libur. Karyawan non-shift adalah karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk karyawan non-shift adalah Direktur Utama, Sekretaris, Direktur Teknik dan Produksi, Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum, Kepala Bagian serta bawahan yang berada di kantor. Berikut merupakan perincian jam kerja karyawan non-shift sebagai berikut :

Tabel 4. 3 Jadwal jam kerja karyawan non-shift

Hari	Jam Kerja	Jam Istirahat
Senin - Kamis	07.00 – 16.00	12.00 – 13.00
Jum'at	07.00 – 16.00	11.0 – 13.00

- b. Karyawan Shift, yaitu karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari perusahaan yang memiliki hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi selama 24 jam. Yang termasuk karyawan shift ini adalah operator produksi, bagian teknik, bagian gudang dan bagian-bagian yang harus siaga untuk menjaga keselamatan dan keamanan pabrik. Adapun jam kerja shift dalam 1 hari diatur dalam 3 shift diantaranya sebagai berikut:

Tabel 4. 4 Jadwal jam kerja karyawan shift

Kelompok Kerja	Jam Kerja	Jam Istirahat
Shift 1	07.00 – 15.00	11.00 – 12.00
Shift 2	15.00 – 23.00	19.00 – 20.00
Shift 3	23.00 – 07.00	03.00 – 04.00

Karyawan shift dilakukan dalam 4 kelompok (A/B/C/D) dimana dalam satu hari kerja hanya tiga kelompok yang masuk dan ada satu kelompok yang libur. Setiap kelompok mempunyai giliran enam hari kerja dan dua hari libur untuk setiap minggunya. Untuk hari libur atau hari besar yang sudah ditentukan oleh pemerintah, kelompok yang bertugas tetap harus masuk, akan tetapi dihitung kerja lembur dan mendapat intensif tambahan. Masing-masing shift dikepalai oleh satu orang kepala shift.

Jadwal kerja masing-masing kelompok sebagai berikut :

Tabel 4. 5 Jadwal Kerja Setiap Kelompok

Kelompok	Tanggal														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P
B	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L
C	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S
D	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M

Tabel 4. 6 Jadwal Kerja Setiap Kelompok (lanjutan)

Kelompok	Tanggal															
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
A	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M	
B	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P	
C	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L	
D	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S	

Keterangan :

P = Shift Pagi (07.00 – 15.00)

S = Shift Sore (15.00 – 23.00)

M = Shift Malam (23.00 – 07.00)

L = Libur

4.4.5 Jumlah Karyawan dan Sistem Gaji

Jumlah tenaga kerja disesuaikan dengan kebutuhan agar pekerjaan dapat diselesaikan secara efektif. Berikut Tabel 4.5 merupakan rincian jumlah tenaga kerja dan sistem penggajiannya.

Tabel 4. 7. Jumlah Tenaga Kerja dan Sistem Penggajian

No.	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)	Gaji/Tahun (Rp)	Total Gaji (Rp)
1	Direktur utama	1	40.000.000	40.000.000	480.000.000	480.000.000
2	Staff Ahli	1	18.000.000	18.000.000	216.000.000	216.000.000
3	Sekretaris	1	18.000.000	18.000.000	216.000.000	216.000.000
4	Direktur Teknik dan Produksi	1	30.000.000	30.000.000	360.000.000	360.000.000
5	Direktur Keuangan dan Umum	1	30.000.000	30.000.000	360.000.000	360.000.000
6	Kepala Bagian Umum	1	16.000.000	16.000.000	192.000.000	192.000.000
7	Kepala Bagian Pemasaran	1	16.000.000	16.000.000	192.000.000	192.000.000
8	Kepala Bagian Keuangan	1	16.000.000	16.000.000	192.000.000	192.000.000
9	Kepala Bagian Teknik	1	16.000.000	16.000.000	192.000.000	192.000.000
10	Kepala Bagian Produksi	1	16.000.000	16.000.000	192.000.000	192.000.000
11	Kepala Bagian Litbang	1	16.000.000	16.000.000	192.000.000	192.000.000
12	Kepala Seksi Personalia	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000	180.000.000
13	Kepala Seksi Humas	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000	180.000.000
14	Kepala Seksi Keamanan	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000	180.000.000
15	Kepala Seksi Pembelian	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000	180.000.000

16	Kepala Seksi Pemasaran	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000	180.000.000
17	Kepala Seksi Administrasi	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000	180.000.000
18	Kepala Seksi Kas/Anggaran	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000	180.000.000

Tabel 4.7 Jumlah Tenaga Kerja dan Sistem Penggajian (Lanjutan)

No.	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)	Gaji/Tahun (Rp)	Total Gaji (Rp)
19	Kepala Seksi Proses	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000	180.000.000
20	Kepala Seksi Pengendalian	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000	180.000.000
22	Kepala Seksi Utilitas	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000	180.000.000
23	Kepala Seksi Pengembangan	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000	180.000.000
24	Kepala Seksi Instrumentasi & Listrik	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000	180.000.000
25	Karyawan Personalia	4	8.000.000	32.000.000	96.000.000	384.000.000
26	Karyawan Humas	4	8.000.000	32.000.000	96.000.000	384.000.000
27	Karyawan Pembelian	4	8.000.000	32.000.000	96.000.000	384.000.000
28	Karyawan Pemasaran	4	8.000.000	32.000.000	96.000.000	384.000.000
29	Karyawan Administrasi & Keuangan	5	8.000.000	40.000.000	96.000.000	480.000.000
30	Karyawan Proses	11	8.000.000	88.000.000	96.000.000	1.056.000.000
31	Karyawan Pengendalian	3	8.000.000	24.000.000	96.000.000	288.000.000
32	Karyawan Laboratorium	3	8.000.000	24.000.000	96.000.000	288.000.000
33	Karyawan Pemeliharaan	3	8.000.000	24.000.000	96.000.000	288.000.000
34	Karyawan Utilitas	8	8.000.000	64.000.000	96.000.000	768.000.000
35	Karyawan K3	4	8.000.000	32.000.000	96.000.000	384.000.000
36	Karyawan Litbang	4	8.000.000	32.000.000	96.000.000	384.000.000
37	Operator Proses	32	6.000.000	192.000.000	72.000.000	2.304.000.000
38	Operator Utilitas	16	6.000.000	96.000.000	72.000.000	1.152.000.000
39	Dokter	2	8.000.000	16.000.000	96.000.000	192.000.000
40	Perawat	4	5.000.000	20.000.000	60.000.000	240.000.000
41	Satpam	6	5.000.000	30.000.000	60.000.000	360.000.000
42	Supir	6	5.000.000	30.000.000	60.000.000	360.000.000
43	Cleaning Service	5	5.000.000	25.000.000	60.000.000	300.000.000
	Total	152		1.292.000.000		15.504.000.000

4.4.6 Fasilitas dan Hak Karyawan

Berikut merupakan fasilitas serta hak karyawan yang diberikan oleh perusahaan untuk menunjang aktivitas kerja karyawan diantaranya adalah sebagai berikut:

a. Hak Cuti

1. Cuti Tahunan

Setiap karyawan dalam perusahaan mempunyai hak cuti maksimal sebanyak 12 hari dalam satu tahun. Apabila dalam waktu satu tahun tersebut hak cuti tidak digunakan, maka hak cuti akan hilang dan tidak dapat diakumulasikan untuk tahun selanjutnya.

2. Cuti Massal

Setiap tahun diberikan cuti massal untuk karyawan bertepatan dengan hari raya Idul Fitri selama 4 hari kerja.

3. Cuti Hamil

Wanita yang akan melahirkan berhak cuti selama 3 bulan dan selama cuti tersebut gaji tetap dibayar dengan ketentuan jarak kelahiran anak pertama dan anak kedua minimal 2 tahun.

b. Hari Libur Nasional

Untuk karyawan harian (non shift), hari libur nasional adalah hari libur kerja. Sedangkan untuk karyawan shift, pada hari libur nasional tetap masuk kerja dengan catatan hari tersebut diperhitungkan sebagai hari kerja lembur (overtime).

c. Kerja Lembur

Kerja lembur dilaksanakan atas persetujuan kepala bagian apabila ada pekerjaan yang mendesak harus segera diselesaikan.

d. Pakaian Kerja

Untuk menghindari kesenjangan antar karyawan, perusahaan memberikan dua pasang pakaian kerja setiap tahun. Selain itu, disediakan masker sebagai alat pengaman dalam bekerja.

e. Jamsostek

Jamsostek merupakan asuransi pertanggungjawaban jiwa dan asuransi kecelakaan yang bertujuan untuk memberikan rasa aman kepada para karyawan ketika sedang menjalankan tugasnya.

f. Penyediaan Fasilitas bagi Karyawan

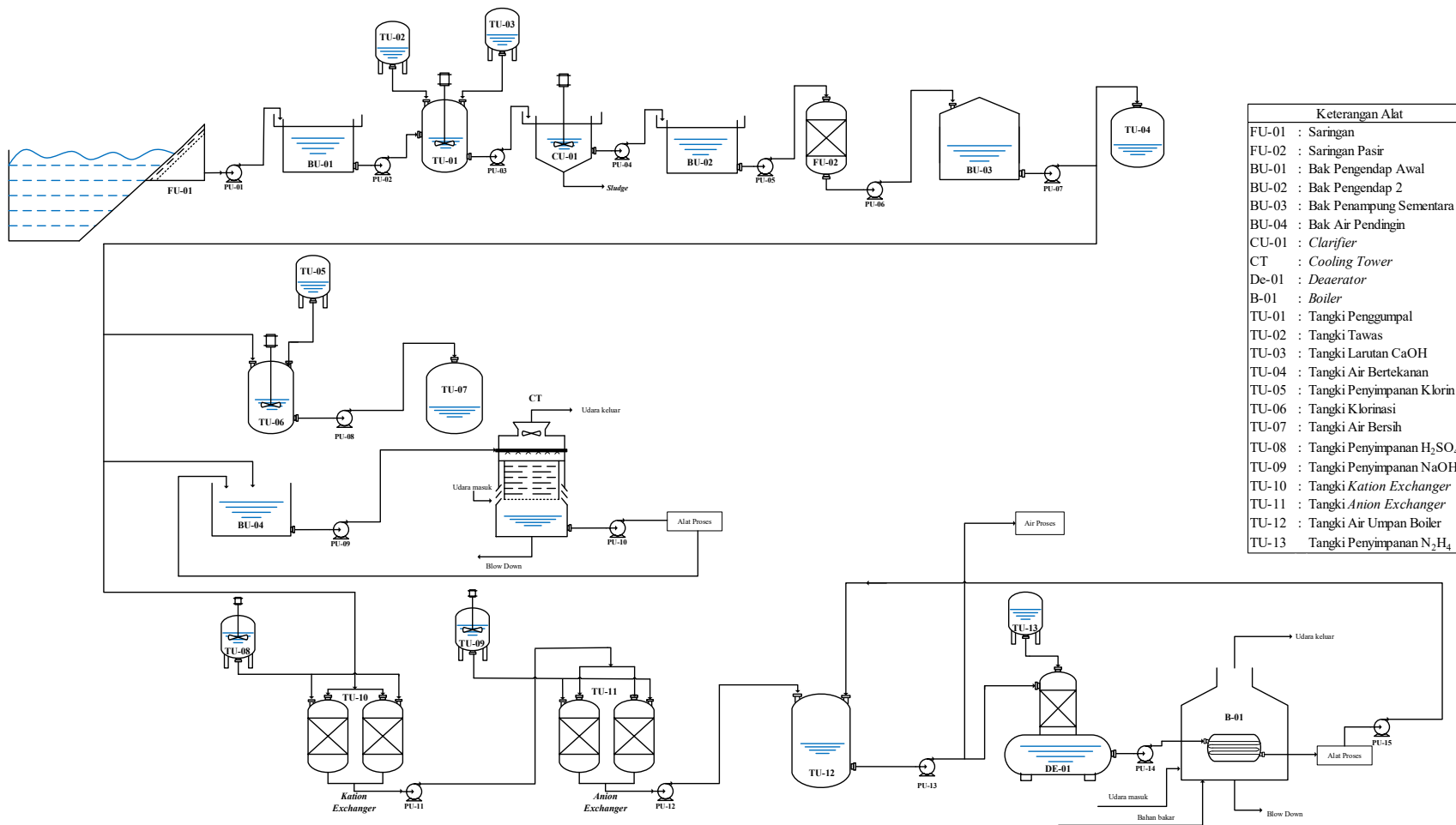
1. Penyediaan sarana transportasi/bus karyawan.
2. Penyediaan fasilitas poliklinik yang ditangani oleh dokter dan perawat.
3. Penyediaan fasilitas tempat ibadah yang dilengkapi dengan sarana air dan listrik.
4. Penyediaan fasilitas koperasi karyawan.
5. Penyediaan fasilitas kantin
6. Memberikan tanda penghargaan dalam bentuk tanda mata kepada pekerja yang mencapai masa kerja berturut-turut 10 tahun.

BAB V

UTILITAS

Unit utilitas merupakan unit penunjang yang memiliki peran penting dalam berjalannya suatu proses di industri. Perancangan utilitas dibutuhkan untuk menjamin keberlangsungan suatu pabrik. Beberapa penyediaan utilitas yang dibutuhkan pabrik antara lain :

1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)
2. Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*)
3. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
4. Unit Penyedia Udara Instrumen (*Instrument Air System*)
5. Unit Penyediaan Bahan Bakar
6. Unit Pengelolaan Limbah



Gambar 5. 1 Diagram Alir Utilitas

5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)

5.1.1 Unit Penyediaan Air

Secara umum kebutuhan air suatu industri dipenuhi menggunakan air sumur, air danau, air sungai, atau air laut sebagai sumbernya. Perancangan pabrik *Sodium Dodekilbenzen Sulfonat* ini menggunakan Sungai Cidanau sebagai sumber mendapatkan air karena dekat dengan lokasi pabrik. Untuk menghindari fouling yang terjadi pada alat-alat penukar panas maka perlu diadakan pengolahan air sungai yang dilakukan secara fisis dan kimia. Adapun pertimbangan dalam memilih air sungai sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah sebagai berikut:

- Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga akan selalu tersedia dan akan terhindarkan dari kendala kekurangan air.
 - Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana, dan biaya pengolahan relative murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya lebih besar karena membutuhkan alat yang relatif lebih mahal.
 - Jumlah air sungai yang lebih banyak dibandingkan jumlah air sumur.
 - Lokasi sungai berada tidak jauh dari lokasi pembangunan pabrik.
- Secara keseluruhan, kebutuhan air pada pabrik ini digunakan untuk keperluan:

a. Air Domestik

Berdasarkan standar *WHO*, kebutuhan air per orang berkisar antara 100-120 liter per hari. Untuk suatu pabrik atau kantor, kebutuhan air untuk satu orang sebesar 100 liter per hari (Sularso, 2001). Jumlah karyawan pada pabrik ini berjumlah 152 orang. Sehingga total kebutuhan air domestik sebesar 15.200 kg/hari

b. Air Service

Perkiraan kebutuhan air untuk penggunaan layanan umum seperti bengkel, laboratorium, masjid, kantin, pemadam kebakaran, dan lain-lain sebesar 3500 kg/jam.

c. Air Proses

Pada pabrik *Sodium Dodekilbenzen Sulfonat* air kebutuhan proses yang diperlukan sebesar 212 kg/jam yang digunakan untuk keperluan proses di *Decanter* (D-01). Perancangan dibuat over design sebanyak 20% sehingga menjadi 254 kg/jam.

d. Air Pendingin

Air pendingin digunakan untuk peralatan yang membutuhkan penurunan suhu. Kebutuhan air pendingin pada pabrik sodium dodekilbenzen sulfonat ini telampir pada Tabel berikut :

Tabel 4. 8 Kebutuhan air pendingin

Nama Alat	Kebutuhan (kg/jam)
<i>Cooler-01</i>	158,329
<i>Coil-01</i>	9.513,7
<i>Coil-02</i>	5.311,36
<i>Cooler-SC</i>	19.910,38
Total	34.893,769

Perancangan dibuat *over design* sebanyak 20% sehingga menjadi 41.872,53 kg/jam. Pada saat berlangsungnya proses, air pendingin mengalami *blowdown* pada unit *cooling tower* sehingga diperlukan adanya air make-up. Setelah dilakukan perhitungan didapatkan kebutuhan air *make-up* yaitu sebesar 46 kg/jam

e. Air Pemanas (*Steam*)

Air steam dalam pabrik digunakan untuk media pemanas. Air *steam* yang dapat digunakan untuk *boiler* harus memenuhi persyaratan. Apabila air boiler tidak memenuhi persyaratan dapat mengakibatkan kerusakan pada alat sehingga dilakukan pencegahan agar tidak terjadi *scalling*, *fouling* dan *foaming*. Kebutuhan *steam* untuk peralatan pada pabrik sodium dodekilbenzen sulfonat ini telampir pada Tabel berikut :

Tabel 4. 9 .Kebutuhan air pemanas

Nama Alat	Kebutuhan (kg/jam)
HE-01	131,7272
HE-02	121,7643
HE-03	116,3543
Jumlah	253,4915

Perancangan dibuat *over design* sebanyak 20% sehingga menjadi 304 kg/jam. Pada saat berlangsungnya proses, air pembangkit steam 87,5% dimanfaatkan kembali, sehingga diperlukan 12,5% air make-up, dikarenakan terjadinya *blowdown* pada *boiler* sebesar 10% dan penggunaan steam trap

sebesar 5%, sehingga jumlah air make-up yang dibutuhkan setelah dilakukan perhitungan yaitu sebesar 100 kg/jam.

5.1.2 Unit Pengolahan Air

Air sungai tidak dapat langsung digunakan, memerlukan beberapa pengolahan untuk dapat dipakai sebagaimana mestinya. Beberapa tahapan dalam pengolahan air yaitu:

a. Penghisapan

Air dari sungai dipompa dan dialirkan menuju alat penyaringan (*screen*) untuk menghilangkan partikel kotoran yang berukuran cukup besar. Setelah tahap screening air akan ditampung di dalam bak penampungan awal.

b. *Screening*

Tahap ini dilakukan untuk memisahkan kotoran-kotoran yang berukuran cukup besar seperti daun, ranting, dan sampah - sampah lainnya tanpa menggunakan bahan kimia. Sedangkan partikel kecil yang masih terbawa akan diolah di tahap-tahap berikutnya. Pada sisi hisap pompa perlu dipasang saringan (*screen*) untuk meminimalisir alat penyaring pada proses selanjutnya menjadi kotor dan menjadi cepat rusak.

c. Penggumpalan

Koagulasi merupakan proses penggumpalan partikel koloid akibat penambahan bahan koagulan atau zat kimia sehingga partikel-partikel tersebut bersifat netral dan membentuk endapan karena gravitasi. Koagulan yang digunakan adalah tawas atau Aluminium Sulfat ($Al_2(SO_4)_3$), yang merupakan garam yang berasal dari asam kuat dan basa lemah, sehingga

dalam air yang mempunyai suasana basa akan mudah terhidrolisa. Untuk memperoleh sifat alkalis agar proses *flokulasi* dapat berjalan efektif, perlu ditambahkan CaOH yang berfungsi untuk mengurangi atau menghilangkan kesadahan karbonat dalam air untuk membuat suasana basa sehingga mempermudah penggumpalan. Sedangkan proses *flokulasi* bertujuan untuk menggumpalkan partikel-partikel tersebut menjadi *flok* dengan ukuran yang memungkinkan untuk dipisahkan dengan sedimentasi dan filtrasi.

d. Pengendapan

Pengendapan ini dilakukan di dalam bak pengendapan yang bertujuan untuk mengendapkan flok yang terbentuk dari proses koagulasi-flokulasi. Bentuk-bentukan flok tadi akan mengendap yang selanjutnya dapat dibuang (blow down).

e. *Sand Filter*

Air dari bak pengendap yang masih mengandung padatan tersuspensi selanjutnya memasuki alat sand filter untuk difiltrasi. Filtrasi ini bertujuan untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung di dalam air, seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{2+} dan lain-lain dengan menggunakan resin. *Sand Filter* dicuci (back wash, rinse) bila sudah dianggap kotor.

f. Penampungan Sementara

Air yang sudah melalui tahap filtrasi bisa disebut sebagai air bersih dan ditampung dalam bak penampung air sementara. Air tersebut kemudian didistribusikan untuk keperluan :

1. Air domestik *dan Service water*
2. Air Proses
3. Air pendingin
4. *Steam Water*

g. Klorinasi

Klorinasi air adalah proses penambahan klorin (Cl_2) atau hipoklorit pada air. Tujuan dari proses klorinasi ini adalah untuk membunuh bakteri dan mikroba dalam air sehingga air aman untuk digunakan dalam keseharian.

h. Demineralisasi

Tujuan dari proses demineralisasi adalah menghilangkan ion-ion yang terkandung pada filtered water untuk umpan boiler. Proses demineralisasi ini terbagi menjadi 2, yaitu pelunakan air dan dealkalinasi. Proses pelunakan air terjadi pada kation exchanger. Di dalam kation exchanger, mineral-mineral sadah seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , dan mineral lainnya akan dibebaskan dari air bersih. Mineral ini akan ditangkap oleh suatu resin berjenis hydrogen-zeolite. Resin memiliki kapasitas untuk menangkap ion-ion ini. Suatu waktu resin tidak mampu lagi untuk menangkap mineral, maka akan disubjekkan kedalam proses regenerasi resin. Regenerasi resin kation exchanger dilakukan dengan penambahan asam kuat H_2SO_4 . Air keluaran dari kation exchanger adalah air bebas mineral yang tendensi untuk membentuk scalling-nya sudah diminimalkan. Air yang telah melewati kation exchanger akan disubjekkan kedalam anion exchanger untuk dilakukan proses dealkalinasi. Proses ini bertujuan untuk menangkap ion-ion negatif seperti HCO_3^{3-} , CO_3^{2-} ,

SO_4^{2-} , Cl^- dan lain-lain. Ion negatif ini harus ditangkap karena akan jika air bersifat basa ini dipanaskan, akan berpotensi untuk membentuk gas CO_2 yang bisa menurunkan performa boiler dan alat proses lainnya. Proses penangkapan ion-ion memiliki mekanisme yang mirip pada proses pelunakan air. Perbedaan utamanya adalah jenis resin yang digunakan. Jenis resin yang digunakan *weakly basic anion exchanger*. Pada proses ini, saat resin sudah memenuhi kapasitasnya untuk menangkap ion, resin akan diregenerasikan dengan menambahkan basa kuat NaOH. Air keluaran dari *anion exchanger* ini sudah bisa digunakan sebagai air proses. Tetapi untuk penggunaan sebagai air umpan boiler, perlu dilakukan proses lebih lanjut.

i. Deaerasi

Air keluaran dari proses demineralisasi yang akan dijadikan umpan boiler akan disubjekkan ke proses deaerasi untuk menghilangkan gas-gas terlarut dalam air, terutama gas O_2 yang berpotensi untuk menyebabkan korosi pada boiler. Korosi pada boiler memiliki konsekuensi yang sangat berbahaya, selain perpendekan umur boiler. Pengikisan didalam boiler berpotensi menyebabkan peledakan dikarenakan ekspansi tekanan yang tidak sesuai dengan tekanan desain. Untuk menghilangkan gas-gas terlarut, senyawa N_2H_4 (hidrazin) ditambahkan untuk mengikat O_2 dan gas terlarut lainnya. Setelah dihilangkan kandungan gas terlarut, maka air keluaran deaerator dapat langsung diumpankan ke boiler *feed water*, kemudian diumpankan ke boiler. Di dalam boiler akan berlangsung proses pembangkitan air menjadi steam. Namun, untuk menjaga konsentrasi

suspended solid yang terakumulasi di dalam boiler, dilakukan sistem blowdown pada periode tertentu sehingga menghilangkan sejumlah air. Untuk mengganti air yang hilang tersebut, ditambahkan make up water agar tetap memenuhi kebutuhan proses.

5.2 Unit Pembangkit *Steam*

Keberadaan unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan steam pada proses produksi hexamethylenediamine, yaitu dengan menyediakan ketel uap (*boiler*) dengan spesifikasi :

Kapasitas : 4.527,88 kg/jam

Jenis : *Water Tube Boiler*

Jumlah : 1 buah

Boiler tersebut dilengkapi dengan sebuah unit economizer *safety valve* sistem dan pengaman-pengaman yang bekerja secara otomatis. Air dari water treatment plant yang akan digunakan sebagai umpan *boiler* terlebih dahulu diatur kadar silika, O_2 , Ca dan Mg yang mungkin masih terikut dengan jalan menambahkan bahan-bahan kimia ke dalam *boiler feed water tank*. Selain itu juga perlu diatur pH nya yaitu sekitar 10,5– 11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosifitasnya tinggi. Sebelum masuk ke *boiler*, umpan dimasukkan dahulu ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran batubara yang keluar dari *boiler*. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 150 °C, kemudian diumpankan ke *boiler*. Di dalam *boiler*, api yang keluar dari alat pembakaran (*burner*)

bertugas untuk memanaskan lorong api dan pipa - pipa api. Gas sisa pembakaran ini masuk ke *economizer* sebelum dibuang melalui cerobong asap, sehingga air di dalam boiler menyerap panas dari dinding-dinding dan pipa-pipa api maka air menjadi mendidih, Uap air yang terbentuk terkumpul sampai mencapai tekanan 10 bar, baru kemudian dialirkan ke *steam header* untuk didistribusikan ke area-area proses produksi.

5.3 Unit Pembangkit Listrik

Kebutuhan listrik di pabrik sodium dodekilbenzen sulfonat ini dipenuhi oleh PLN, selain itu listrik cadangan dihasilkan dari generator pabrik apabila ada gangguan pasokan listrik dari PLN setempat. Hal ini bertujuan agar pasokan tenaga listrik dapat berlangsung kontinyu meskipun ada gangguan pasokan dari PLN. Energi listrik yang dihasilkan generator berasal dari putaran poros engkol yang digerakkan oleh panas yang dihasilkan dari bahan bakar solar. Spesifikasi generator yang digunakan dalam pabrik ini yaitu :

Kapasitas : 1.000 kW

Jenis : AC Generator

Jumlah : 1

Berikut merupakan rincian untuk kebutuhan listrik pabrik sodium dodekilbenzen sulfonat diantaranya sebagai berikut:

a. Kebutuhan listrik alat Proses

Tabel 5. 1 Total Kebutuhan Listrik Alat Proses

No.	Jenis Alat	Kode Alat	Hp	kW
1	Pengaduk Reaktor 1A	R-01A	20,00	14,91
2	Pengaduk Reaktor 1B	R-01B	40	29,83
3	Netralizer 1	N-01	7,50	5,59
4	Netralizer 2	N-02	7,50	5,59
8	Pompa 1	P-01	1,500	1,12
9	Pompa 2	P-02	2,000	1,49
10	Pompa 3	P-03	2,000	1,49
11	Pompa 4	P-04	0,500	0,37
12	Pompa 5	P-05	0,500	0,37
13	Pompa 6	P-06	0,500	0,37
14	Pompa 7	P-07	0,50	0,37
15	Pompa 8	P-08	1,00	0,75
16	Pompa 9	P-09	2,00	1,49
17	Pompa 10	P-10	0,25	0,19
18	Pompa 11	P-11	0,13	0,09

Tabel 5.1 Total Kebutuhan Listrik Alat Proses (Lanjutan)

No.	Jenis Alat	Kode Alat	Hp	kW
19	Pompa 12	P-12	0,75	0,56
20	Pompa 13	P-13	3,00	2,24
21	Pompa 14	P-14	0,50	0,37
22	<i>Belt Elevator</i>	BE-01	5,00	3,73
23	<i>Screw Conveyor</i>	SC-01	2,25	1,68
24	Fan 1	Fan-01	30,00	22,37
25	Fan 2	Fan-02	30,00	22,37
	Total		82,00	61,15

b. Kebutuhan listrik untuk Utilitas

Tabel 5. 2 Total Kebutuhan Listrik Utilitas

No.	Jenis Alat	Kode Alat	Hp	kW
1	Kompressor	KU-01	3,00	2,24
2	<i>Blower Cooling Tower</i>	BU-01	3,00	2,24
3	Pengaduk <i>Flokulator</i>	TU-01	0,50	0,37
4	Klarifier	CL-01	0,50	0,37
8	Pompa utilitas 1	PU-01	5,00	3,73
9	Pompa utilitas 2	PU-02	3,00	2,24
10	Pompa utilitas 3	PU-03	5,00	3,73
11	Pompa utilitas 4	PU-04	5,00	3,73
12	Pompa utilitas 5	PU-05	5,00	3,73
13	Pompa utilitas 6	PU-06	5,00	3,73
14	Pompa utilitas 7	PU-07	5,00	3,73
15	Pompa utilitas 8	PU-08	0,17	0,12
16	Pompa utilitas 9	PU-09	20,00	14,91
17	Pompa utilitas 10	PU-10	20,00	14,91
18	Pompa utilitas 11	PU-11	0,05	0,04
19	Pompa utilitas 12	PU-12	0,05	0,04
20	Pompa utilitas 13	PU-13	0,05	0,04
21	Pompa utilitas 14	PU-14	0,05	0,04
22	Pompa utilitas 15	PU-15	0,05	0,04
Total			80,37	59,97

Sehingga total kebutuhan listrik untuk proses dan utilitas = 121,11 kW
kemudian di over desain 10% = 131,226 kW.

c. Kebutuhan listrik untuk penerangan

Power yang dibutuhkan untuk alat penerangan diperkirakan 15% dari total kebutuhan listrik :

$$P = 15\% \times 121,11 \text{ kW}$$

$$P = 18,17 \text{ kW}$$

$$\text{Over desain } 10\% = 19,984 \text{ kW}$$

d. Kebutuhan listrik alat kontrol

Power yang dibutuhkan untuk alat kontrol diperkirakan 25% dari total kebutuhan listrik:

$$P = 25\% \times 121,11 \text{ kW}$$

$$P = 30,28 \text{ kW}$$

$$\text{Over desain } 10\% = 33,306 \text{ kW}$$

e. Kebutuhan listrik untuk peralatan kantor

Power yang dibutuhkan untuk kantor seperti (AC, computer, dan lain-lain) diperkirakan 15% dari total kebutuhan listrik :

$$P = 15\% \times 121,11 \text{ kW}$$

$$P = 18,17 \text{ kW}$$

$$\text{Over desain } 10\% = 19,984 \text{ kW}$$

f. Kebutuhan listrik untuk bengkel, laboratorium, dan lain-lain

Power yang dibutuhkan untuk bengkel, laboratorium, dan lain-lain diperkirakan 15% dari total kebutuhan listrik :

$$P = 15\% \times 121,11 \text{ kW}$$

$$P = 18,17 \text{ kW}$$

$$\text{Over desain } 10\% = 19,984 \text{ kW}$$

Total kebutuhan listrik pabrik dapat dilihat berdasarkan tabel dibawah ini:

Tabel 5. 3 Total Kebutuhan Listrik

No.	Kebutuhan Listrik	kW
1.	Listrik proses dan utilitas	133,23
2.	Listrik instrumentasi	33,306
3.	Listrik AC dan penerangan	39,968
4.	Listrik bengkel dan laboratorium	19,984
	Total Kebutuhan listrik	226,48

5.4 Unit Penyedia Udara Tekan

Dalam pabrik ini udara tekan dibutuhkan untuk menggerakkan instrumen instrumen *control* sebagai penggerak alat-alat kontrol di pabrik yang bekerja secara pneumatis. Tekanan udara instrumen yang digunakan adalah 7,2 bar. Dalam pabrik *sodium dodekilbenzen sulfonat* ini terdapat sekitar 14 alat *control* yang memerlukan udara tekan untuk menggerakkannya. Mekanisme atau proses untuk membuat udara tekan yaitu udara lingkungan ditekan menggunakan compressor yang dilengkapi filter (penyaring) udara hingga mencapai tekanan 7,2 bar, selanjutnya udara tersebut dialirkan menuju alat kontrol dan alat proses yang membutuhkannya. Total kebutuhan udara instrumen diperkirakan sebesar 26 m³ /jam. Udara yang digunakan harus dalam keadaan kering sehingga begitu keluar dari blower, udara dilewatkan melalui sebuah tangki udara (bejana pengering) yang berisi silica gel.

5.5 Unit Penyedia Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang dipergunakan pada boiler. Bahan bakar yang digunakan adalah solar sebesar 27,867 kg/jam.

5.6 Unit Pengolahan Limbah atau Air Buangan

Limbah yang dihasilkan dari pabrik *sodium dodekilbenzen sulfonat* dapat diklasifikasikan menjadi dua:

a. Bahan buangan cair

1. Buangan air domestik
2. *Blow down cooling water*
3. *Back washfilter*, air berminyak dari pompa

Air buangan domestik berasal dari toilet di sekitar pabrik dan perkantoran. Air tersebut dikumpulkan dan diolah dalam unit stabilisasi dengan menggunakan lumpur aktif, aerasi dan injeksi gas klorin.

Air limbah dari laboratorium diolah melalui beberapa proses terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan karena mengandung zat-zat kimia. Proses pengolahan limbah cair ini adalah *physical treatment*, (pengendapan, penyaringan), *chemical treatment* (penambahan bahan kimia, pengontrolan pH) dan *biological treatment*.

b. Bahan buangan udara dari unit proses

Untuk menghindari pencemaran dari bahan buangan padat maka dilakukan penanganan terhadap bahan buangan tersebut dengan cara membuat unit pembuangan limbah yang aman bagi lingkungan sekitar

5.7 Spesifikasi Alat Utilitas

Tabel 5. 4 Spesifikasi Pompa Utilitas

Kode	PU-01	PU-02	PU-03	PU-04	PU-05
Fungsi	Mengalirkan air dari Sungai yang melewati Screening (FU-01) ke Bak pendendapan I (BU-01)	Mengalirkan air dari Bak pendendapan I (BU-01) ke Tangki Flokulator/ Penggumpal (TU-01)	Mengalirkan air dari Tangki Flokulator/ Penggumpal (TU-01) ke Klarifier (KL-01)	Mengalirkan air dari Klarifier (KL-01) ke Bak Pengendap 2 (BU-02)	Mengalirkan air dari Bak Pengendap 1 (BU-02) ke Bak Saringan Pasir/Sand Filter (FU-02)
Jenis Bahan	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i> <i>Cast Iron</i>				
Kapasitas (gpm)	281,2	281,2	281,2	281,2	281,2
Ukuran Pipa					
IPS	6	6	6	6	6
No. Sch	40	40	40	40	40
OD (in)	6,63	6,63	6,63	6,63	6,63
ID (in)	6,07	6,07	6,07	6,07	6,07
Efisiensi Pompa	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Tenaga Pompa (Hp)	2,58	1,14	3,13	3,13	3,13
Tenaga Motor (Hp)	5	3	5	5	5

Tabel 5. 5 Lanjutan Spesifikasi Pompa Utilitas

Kode	PU-06	PU-07	PU-08	PU-09	PU-10
Fungsi	Mengalirkan air dari Bak Saringan Pasir/Sand Filter (FU-02) ke Bak Penampungan Sementara (BU-03)	Mengalirkan air dari Bak Penampungan Sementara (BU-03) ke Pengolahan Air untuk kebutuhan Air Bertekanan, Air Domestik, Air Pendingin, dan Steam	Mengalirkan air dari Tangki Klorinasi (TU-06) ke Tangki Penampungan Air Bersih (TU-07)	Mengalirkan air dari Bak Air Pendingin (BU-04) ke Cooling Towe (CL-01)	Mengalirkan air dari Alat Proses ke Bak Air Pendingin (BU-04)
Jenis Bahan			<i>Single Stage Centrifugal Pump Cast Iron</i>		
Kapasitas (gpm)	281,2	281,2	11,8	218,9	218,3
	Ukuran Pipa				
IPS	6	6	1,25	6	6
No. Sch	40	40	40	40	40
OD (in)	6,63	6,63	1,66	6,63	6,63
ID (in)	6,07	6,07	1,38	6,07	6,07
Efisiensi Pompa	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Tenaga Pompa (HP)	3,13	1,55	0,11	16,54	16,5
Tenaga Motor (HP)	5	5	0,17	25	25

Tabel 5. 6 Lanjutan Spesifikasi Pompa Utilitas

Kode	PU-11	PU-12	PU-13	PU-14	PU-15
Fungsi	Mengalirkan air dari Kation Exchanger ke Anion Exchanger	Mengalirkan air dari Anion Exchanger ke Bak Umpan Boiler	Mengalirkan air dari Baik Umpan Boiler ke Deaerator	Mengalirkan air dari Deaerator ke Boiler	Mengalirkan air dari Alat Proses ke Bak Umpan Boiler
Jenis Bahan			<i>Single Stage Centrifugal Pump Cast Iron</i>		
Kapasitas (gpm)	3,61	3,61	2,29	2,29	1,74
	Ukuran Pipa				
IPS	0,75	0,75	0,5	0,5	0,5
No. Sch	40	40	40	40	40
OD (in)	1,05	1,05	0,84	0,84	0,84
ID (in)	0,82	0,82	0,62	0,62	0,62
Efisiensi Pompa	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Tenaga Pompa (HP)	0,04	0,02	0,01	0,01	0,005
Tenaga Motor (HP)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Tabel 5. 7 Spesifikasi Bak Utilitas

Bak	BU-01	BU-02	BU-03	BU-04
Fungsi	Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air	Mengendapkan endapan yang berbentuk flok dengan proses flokulasi	Menampung sementara raw water setelah disaring sand filter	Menampung air untuk kebutuhan cooling tower
Jenis Bahan Spesifikasi			Bak persegi Beton bertulang	
Kapasitas (m^3 /jam)	65,3349	65,3543	65,3543	42,35
Panjang (m)	10,9326	9,2219	9,2219	13,461
Lebar (m)	10,9326	9,2219	9,2219	13,461
Tinggi (m)	5,4663	4,6109	4,6109	6,731

Tabel 5. 8 Spesifikasi Tangki Utilitas

Tangki	TU-01	TU-02	TU-03	TU-04	TU-05
Fungsi	Menggumpalkan dan mengendapkan Kotoran yang berupa dispersi dengan menambahkan koagulan	menyimpan larutan alum 5 % untuk 2 minggu Operasi	menyimpan larutan CaOH untuk 1 minggu	Menampung Air bertekanan untuk keperluan layanan umum	Menampung kebutuhan kaporit selama 1 minggu
Jenis	Tangki silinder berpengaduk	Tangki Silinder	Tangki Silinder	Tangki Silinder	Tangki Silinder
Bahan	Stainless Steel	Stainless Steel	Carbon Steel	Carbon Steel	Carbon Steel
Spesifikasi					
Tinggi (m)	4,3653	2,2821	2,5047	4,3766	0,1215
Diameter (m)	4,4653	1,1411	1,2524	4,3766	0,122
Volume (m^3)	65,2988	2,3325	3,0839	65,8	0,001409
Jenis Impeller	Marine propeller	-	-	-	-
Jumlah Impeller	1	-	-	-	-
Power Motor	0,5	-	-	-	-
Jumlah	1	1	1	1	1

Tabel 5. 9 Lanjutan Spesifikasi Tangki Utilitas

Tangki	TU-06	TU-07	TU-08	TU-09	TU-10
Fungsi	mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan rumah tangga	Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah tangga	Menyimpan H ₂ SO ₄ untuk regenerasi penukar kation	Menyimpan H ₂ SO ₄ untuk regenerasi penukar anion	Menghilangkan mineral yang masih terkandung dalam air dengan cara mengikat ionion positif (Na ⁺ , Ca ²⁺ , Ba) yang ada dalam air
Jenis	Tangki silinder tegak	Tangki silinder tegak	Tangki silinder tegak	Tangki silinder tegak	Tangki silinder tegak
Bahan	Carbon Steel	Carbon Steel	Stainless Steel	Carbon Steel	Stainless Steel
Spesifikasi					
Tinggi (m)	1,5173	4,3766	1,5479	0,9514	2,286
Diameter (m)	1,5173	4,3766	1,5479	0,9514	0,207
Volume (m ³)	2,7420	65,8	2,9115	0,6761	0,064
Jenis Impeller	-	-	-	-	-
Jumlah Impeller	-	-	-	-	-
Power Motor	-	-	-	-	-
Jumlah	1	1	1	1	2

Tabel 5. 10 Lanjutan Spesifikasi Tangki Utilitas

Tangki	TU-11	TU-12	TU-13
Fungsi	Menghilangkan ion-ion negatif yang masih terbawa dari bak air bersih	Mencampur Kondensat sirkulasi dan makeup air umpan boiler sebelum dibangkitkan sebagai steam dalam boiler	Menyimpan larutan N_2H_4
Jenis Bahan	Tangki silinder tegak Carbon Steel	Tangki silinder tegak Carbon Steel	Tangki silinder tegak Carbon Steel
Spesifikasi			
Tinggi (m)	1,905	1,0218	0,8832
Diameter (m)	0,1968	1,0218	0,8832
Volume (m^3)	0,0679	0,8374	0,5408
Jenis Impeller	-	-	-
Jumlah Impeller	-	-	-
Power Motor	-	-	-
Jumlah	1	1	1

Tabel 5. 11 Spesifikasi Klarifier

Kode	Klarifier (KL-01)
Fungsi	Mengendapkan kotoran yang bersifat koloid
Jenis	Tangki silinder conical bottom berpengaduk
Spesifikasi	
Diameter (m)	6,9294
Tinggi (m)	6,9294
Volume (m^3)	261,1952

Tabel 5. 12 Spesifikasi Saringan Utilitas

Kode	FU-01
Fungsi	Menyaring Kotoran-Kotoran yang berukuran besar misalnya daun , ranting dan sampah-sampah lainnya.
Bahan	Alumunium
Spesifikasi	
Kapasitas (kg/jam)	23181,446
Panjang (ft)	10
Lebar (ft)	8
Diameter lubang saringan (cm)	1

Tabel 5. 13 Saringan Pasir Utilitas

Kode	FU-01
Fungsi	Menyaring partikel-partikel halus yang ada dalam air sungai.
Jenis	Tangki Silinder
Bahan	Carbon Steel
Ukuran pasir (mesh)	28
Spesifikasi	
Volume (m^3)	6,7046
Panjang (m)	2,3785
Lebar (m)	2,3785
Tinggi (m)	1,1879

Tabel 5. 14 Spesifikasi *Cooling Tower* Utilitas

Kode	<i>Cooling Tower</i> (CT-01)
Fungsi	Mendinginkan air pendingin setelah digunakan
Bahan	<i>Cooling Tower Induced Draft</i>
Spesifikasi	
Panjang (m)	1,1452
Lebar (m)	1,1452
Tinggi (m)	15,5794

Tabel 5. 15 Spesifikasi *Deaerator*

Kode	(De-01)
Fungsi	Menghilangkan gas CO ₂ dan O ₂ yang terikat dalam <i>feed water</i> yang menyebabkan kerak pada reboiler dan turbin.
Jenis	Tangki Silinder
Spesifikasi	
Kapasitas (kg/jam)	0,4434
Diameter (m)	0,8784
Tinggi (m)	0,8784
Volume (m ³)	0,5321

Tabel 5. 16 Spesifikasi *Blower Cooling Tower*

Kode	<i>Blower Cooling Tower</i> (BL-01)
Fungsi	menghisap udara sekeliling untuk dikontakkan dengan air yang akan didinginkan
Jenis	<i>Cetrifugal Blower</i>
Bahan	<i>Carbon Steel</i>
Spesifikasi	
Kapasitas (m ³ /jam)	3
Efisiensi	0,2
Power (Hp)	7,5

BAB VI

EVALUASI EKONOMI

Untuk mengetahui apakah pabrik yang didirikan dapat menguntungkan dan layak atau tidak untuk didirikan dari segi ekonomi, maka diperlukan evaluasi ekonominya. Salah satu bagian penting dari perancangan pabrik ini adalah estimasi harga dari alat – alat yang akan digunakan dalam kebutuhan pabrik, karena harga tersebut dipakai sebagai dasar untuk estimasi evaluasi ekonomi tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik dengan meninjau kebutuhan modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas.

Untuk itu pada perancangan pabrik sodium dodekilbenzen sulfonat ini, terdapat beberapa faktor-faktor yang ditinjau dalam menghitung evaluasi ekonomi meliputi:

- a. Modal (*Capital Investment*)
 1. Modal tetap (*Fixed Capital Cost*)
 2. Modal kerja (*Working Capital Investment*)
- b. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)
 1. Biaya produksi langsung (*Direct Manufacturing Cost*)
 2. Biaya produksi tak langsung (*Indirect Manufacturing Cost*)
 3. Biaya tetap (*Fixed Manufacturing Cost*)
- c. Pengeluaran Umum (*General Cost*)
- d. Analisa Kelayakan Ekonomi
 1. *Percent return on invesment (ROI)*
 2. *Pay out time (POT)*

3. *Break event point (BEP)*
4. *Discounted cash flow (DCF)*

6.1 Penaksiran Harga Alat

Harga peralatan proses pada tiap alat dipengaruhi oleh kondisi ekonomi yang sedang terjadi. Harga peralatan setiap tahun akan berbeda, harga dapat mengalami kenaikan atau penurunan tergantung dengan kondisi ekonomi, sehingga akan sulit untuk menentukan harga peralatan secara pasti. Untuk memperkirakan harga peralatan dapat dilakukan dengan mengetahui harga indeks peralatan operasi pada tahun tersebut.

Analisa harga alat dilakukan pada tahun 2023 untuk pembelian alat pada tahun pembangunan yaitu 2027. Dalam analisa ekonomi harga-harga alat maupun harga-harga kebutuhan pabrik lainnya diperhitungkan pada tahun analisa. Berikut adalah indeks harga yang di dalam teknik kimia disebut CEP indeks atau *Chemical Engineering Plant Cost Index (CEPCI)*.

Tabel 6. 1 Indeks Harga Alat pada Tahun 1998 – 2023

Xi	Indeks (Yi)
1996	381,70
1997	386,50
1998	389,50
1999	390,60
2000	394,10
2000	394,10
2001	394,30
2002	395,60
2003	402,00
2004	444,20
2005	468,20
2006	499,60
2007	525,40

2008	575,40
2009	521,90
2010	550,80
2011	585,70
2012	584,60
2013	567,30
2014	576,10
2015	556,80
2016	541,70
2017	567,50
2018	603,10
2019	607,50
2020	596,20
2021	776,30
2022	648,9422
2023	658,6123

Untuk memperkirakan harga alat, ada dua persamaan pendekatan yang dapat digunakan. Harga alat pada tahun pabrik didirikan dapat ditentukan berdasarkan harga pada tahun referensi dikalikan dengan rasio indeks harga (Aries & Newton, 1955).

$$Ex = Ey \frac{Nx}{Ny} \quad (6.1)$$

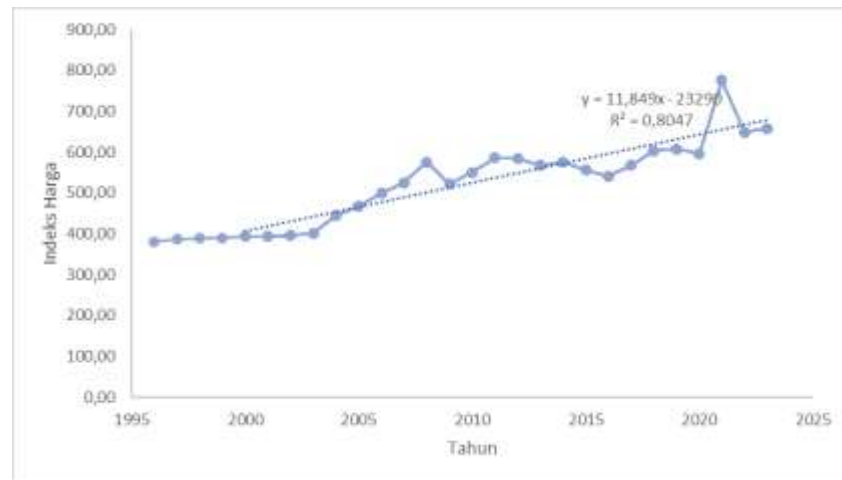
Dimana :

Ex : Harga pembelian pada tahun 2027

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi 2014

Nx : Index harga pada tahun 2027

Ny : Index harga pada tahun referensi 2014



Gambar 6. 1 Grafik Regresi Linear

Persamaan yang diperoleh dari grafik yang tertera adalah $y = 11,849x - 23290$. Dengan menggunakan persamaan di atas dapat dicari nilai CEP Indeks pada tahun referensi dan perancangan, sehingga nilai CEP Indeks pada tahun referensi 2014 adalah 576,10. Sementara nilai CEP Indeks pada tahun perancangan 2027 sebesar 727,923. Berdasarkan nilai CEP indeks tersebut, dapat ditentukan harga alat proses dan alat utilitas sebagai berikut :

Tabel 6. 2 Harga Alat Proses

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	NY	NX	EY (\$)	EX (\$)	
			2014	2027	2014	2027	
Tangki Dodekilbenzen	T-01	1	576,10	727,92	680.200,00	859.457,08	
Tangki Oleum	T-02	1	576,10	727,92	407.000,00	514.259,09	
Tangki NaOH	T-03	1	576,10	727,92	295.800,00	373.753,90	
Tangki H2SO4	T-04	1	576,10	727,92	39.100,00	49.404,25	
Tangki Na5P3O10	T-05	1	576,10	727,92	233.400,00	294.909,27	
Silo	SL-01	1	658,61	727,92	22.000,00	24.315,22	
Reaktor	R-01	2	576,10	727,92	43.700,00	110.433,03	
Netralizer	N-01	2	576,10	727,92	95.400,00	241.082,64	
Dekanter	D-01	1	576,10	727,92	155.900,00	196.985,24	
Spray Dryer	SD-01	1	576,10	727,92	471.100,00	595.251,74	
Heater 1	HE-01	1	576,10	727,92	2.900,00	3.664,25	
Heater 2	HE-02	1	576,10	727,92	2.800,00	3.537,90	
Heater 3	HE-03	1	576,10	727,92	2.400,00	3.032,49	
Cooler 1	CL-01	1	576,10	727,92	4.000,00	5.054,14	
Furnace	FR-01	1	576,10	727,92	218.300,00	275.829,87	
Fan	F-01	1	576,10	727,92	1.500,00	1.895,30	
Fan	F-02	1	576,10	727,92	1.500,00	1.895,30	
Filter Udara	FU-01	1	658,61	727,92	15,00	16,58	
Pompa 1	P-01	1	576,10	727,92	11.300,00	14.277,96	
Pompa 2	P-02	1	576,10	727,92	11.300,00	14.277,96	
Pompa 3	P-03	1	576,10	727,92	11.300,00	14.277,96	
Pompa 4	P-04	1	576,10	727,92	7.600,00	9.602,87	
Pompa 5	P-05	1	576,10	727,92	11.300,00	14.277,96	
Pompa 6	P-06	1	576,10	727,92	11.300,00	14.277,96	
Pompa 7	P-07	1	576,10	727,92	14.200,00	17.942,21	
Pompa 8	P-08	1	576,10	727,92	14.200,00	17.942,21	
Pompa 9	P-09	1	576,10	727,92	11.300,00	14.277,96	
Pompa 10	P-10	1	576,10	727,92	11.300,00	14.277,96	
Pompa 11	P-11	1	576,10	727,92	7.600,00	9.602,87	
Pompa 12	P-12	1	576,10	727,92	11.300,00	14.277,96	
Pompa 13	P-13	1	576,10	727,92	11.300,00	14.277,96	
Pompa 14	P-14	1	576,10	727,92	7.600,00	9.602,87	
Screw Conveyor	SC-01	1	576,10	727,92	6.300,00	7.960,28	
Belt Elevator	BE-01	1	576,10	727,92	19.800,00	25.018,01	
Total			36				3.780.9

Tabel 6. 3 Harga Alat Utilitas

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	NY	NX	EY (\$)	EX (\$)
			2014	2027	2014	2027
Saringan Awal	FU-01	1	576,1	727,923	23.800,00	30.072,15
Saringan Pasir	FU-02	1	576,1	727,923	6.900,00	8.718,40
Bak Pengendapan Awal	BU-01	1	576,1	727,923	18.100,00	22.870,00
Bak Pengendapan 2	BU-02	1	576,1	727,923	97.500,00	123.194,74
Bak Penampung Sementara	BU-03	1	576,1	727,923	30.400,00	38.411,49
Bak Air Pendingin	BU-04	1	576,1	727,923	203.900,00	257.634,96
Tangki Flokulator	TU-01	1	576,1	727,923	30.400,00	38.411,49
Tangki Larutan Tawas	TU-02	1	576,1	727,923	3.900,00	4.927,79
Tangki CaOH	TU-03	1	576,1	727,923	4.200,00	5.306,85
Tangki Air Bertekanan	TU-04	1	576,1	727,923	31.900,00	40.306,79
Tangki Kaporit	TU-05	1	576,1	727,923	100,00	126,35
Tangki Klorinasi	TU-06	1	576,1	727,923	5.200,00	6.570,39
Tangki Air Bersih	TU-07	1	576,1	727,923	31.900,00	40.306,79
Tangki H ₂ SO ₄	TU-08	1	576,1	727,923	12.400,00	15.667,84
Tangki NaOH	TU-09	1	576,1	727,923	1.600,00	2.021,66
Tangki kation	TU -10	1	576,1	727,923	2.000,00	2.527,07
Tangki anion	TU -11	1	576,1	727,923	5.200,00	6.570,39
Tangki umpan boiler	TU -12	1	576,1	727,923	2.600,00	3.285,19
Tangki N ₂ H ₄	TU-13	1	576,1	727,923	2.100,00	2.653,43
Clarifier	CU-01	1	576,1	727,923	74.900,00	94.638,83
Cooling tower	CT-01	1	576,1	727,923	147.900,00	186.876,95
Blower cooling tower	BL-01	1	576,1	727,923	23.300,00	29.440,39
Tangki dearator	De-01	1	576,1	727,923	2.000,00	2.527,07
Boiler	B-01	1	576,1	727,923	212.100,00	267.995,95
Pompa 1	PU-01	1	576,1	727,923	5.500,00	6.949,45
Pompa 2	PU-02	1	576,1	727,923	5.500,00	6.949,45
Pompa 3	PU-03	1	576,1	727,923	5.500,00	6.949,45
Pompa 4	PU-04	1	576,1	727,923	5.500,00	6.949,45
Pompa 5	PU-05	1	576,1	727,923	5.500,00	6.949,45
Pompa 6	PU-06	1	576,1	727,923	5.500,00	6.949,45
Pompa 7	PU-07	1	576,1	727,923	5.500,00	6.949,45
Pompa 8	PU-08	1	576,1	727,923	600,00	758,12
Pompa 9	PU-09	1	576,1	727,923	5.500,00	6.949,45
Pompa 10	PU-10	1	576,1	727,923	5.500,00	6.949,45
Pompa 11	PU-11	1	576,1	727,923	600,00	758,12
Pompa 12	PU-12	1	576,1	727,923	600,00	758,12

Tabel 6.3 Harga Alat Utilitas (Lanjutan)

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	NY	NX	EY (\$)	EX (\$)
			2014	2027	2014	2027
Pompa 13	PU-13	1	576,1	727,923	600,00	758,12
Pompa 14	PU-14	1	576,1	727,923	600,00	758,12
Pompa 15	PU-15	1	576,1	727,923	600,00	758,12
Total		41				1.311.044,79

6.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi	: 35.000 Ton / Tahun
Pabrik beroperasi	: 330 hari kerja
Umur alat	: 10 Tahun
Kurs mata uang	: 1 \$ = Rp 15.226,00 (Per September 2023)
Tahun pabrik didirikan	: 2027
UMR Kota Cilegon	: Rp 5.373.976,32 (tahun 2027)

6.3 Komponen Biaya

a. Modal (*Capital Investment*)

Capital investment adalah total biaya untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik beserta kelengkapannya dan untuk mengoperasikan pabrik. *Capital investment* terdiri dari

1. *Fixed Capital Investment*

Fixed Capital Investment adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik.

Tabel 6. 4 *Physical Plant Cost* (PPC)

No.	Komponen	Biaya (US \$)	Biaya (Rp)
1	PPC Alat proses	14.647.435	223.021.846.532
2	PPC Alat Utilitas	4.900.685	74.617.836.408
3	Bangunan	1.696.885	25.836.775.080
4	Tanah	1.180.612	17.976.000.000
	Total	22.425.618	341.452.458.020

Tabel 6. 5 *Direct Plant Cost (DPC)*

No.	Komponen	Biaya (US \$)	Biaya (Rp)
1.	<i>Purchasing Equipment Cost</i>	7.131.092,66	108.578.016.775,03
2.	Instalasi	3.574.472,96	54.424.925.363,85
3.	Instrumentasi Dan Kontrol	1.069.663,90	16.286.702.516,25
4.	Pemipaan	6.132.739,68	93.377.094.426,53
5.	Instalasi Listrik	1.069.663,90	16.286.702.516,25
6.	Instalasi Isolasi	570.487,41	8.686.241.342,00
	Total	19.548.120,51	297.639.682.939,92

Tabel 6. 6 *Fixed Capital Investment (FCI)*

No.	Komponen	Biaya (US \$)	Biaya (Rp)
1.	<i>Direct Plant Cost</i>	26.910.741	409.742.949.624
2.	<i>Engineering and Construction</i>	26.910.741	409.742.949.624
3.	<i>Contractor Fee</i>	807.322	12.292.288.489
4.	<i>Contingency Cost</i>	2.691.074	40.974.294.962
	Total	57.319.879	872.752.482.699

2. *Working Capital Investment*

Working capital investment yaitu biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal untuk menjalankan operasi suatu pabrik selama kurun waktu tertentu. Ada beberapa sumber modal yang bisa didapatkan dalam pendirian suatu pabrik yaitu bisa dari pinjaman bank, uang pribadi, atau dari pihak investor. Tujuan akhir dari penanaman modal adalah mendapatkan keuntungan dari modal yang sudah ditanam, beberapa ciri-ciri investasi yang baik yaitu :

- a) Bisa menghasilkan laba yang maksimum
- b) Investasi yang cepat kembali
- c) Menganut hukum yang baik, teknologi yang memadai, aman , dan lain-lain.

Tabel 6. 7 *Working Capital Investment (WCI)*

No.	Komponen	Biaya (\$)	Biaya (Rp)
1.	<i>Raw Material Inventory</i>	7.149.467,56	108.857.793.124
2.	<i>In process inventory</i>	1.622.069,87	24.697.635.892
3.	<i>Product inventory</i>	9.011.499,30	137.209.088.287
4.	<i>Available cash</i>	9.011.499,30	137.209.088.287
5.	<i>Extended credit</i>	216.275.983,11	3.293.018.118.895
	Total	243.070.519,14	3.700.991.724.485

b. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)

Manufacturing cost adalah biaya yang dibutuhkan untuk melakukan produksi suatu produk, *Manufacturing cost* merupakan jumlah dari *Direct Cost*, *Indirect Cost*, *Fixed Cost* yang selalu berkaitan dengan pembuatan suatu produk. *Manufacturing Cost* antara lain :

1. *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

Direct Manufacturing cost atau biaya langsung adalah biaya pengeluaran yang masih berkaitan langsung dalam pembuatan produk yang berhubungan dengan memproduksi suatu produk dalam pabrik.

Tabel 6. 8 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No.	Komponen	Biaya (\$)	Biaya (Rp)
1.	Bahan Baku	85.590.637,04	1.303.203.039.592
2.	Bahan Utilitas	202.973,72	3.090.477.890
3.	Gaji Karyawan	1.018.258,24	15.504.000.000
4.	<i>Supervise</i>	8.579.361,08	130.629.351.748
5.	<i>Maintenance</i>	2.865.993,97	43.637.624.135
6.	<i>Plant supplies</i>	429.899,09	6.545.643.620
7.	<i>Royalties</i>	12.896,97	196.369.309
	Total	98.700.020	1.502.806.506.295

2. *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

Indirect Manufacturing Cost atau biaya tidak langsung adalah biaya-biaya yang tidak ikut terkait langsung oleh unit produksi dalam pabrik.

Tabel 6. 9 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No.	Komponen	Biaya (\$)	Biaya (Rp)
1.	<i>Payoll Overhead</i>	203.651,65	3.100.800.000
2.	<i>Laboratory</i>	152.738,74	2.325.600.000
3.	<i>Plant Overhead</i>	814.606,59	12.403.200.000
4.	<i>Packaging and Shipping</i>	1.758.814,01	26.779.702.166
	Total	2.929.811	44.609.302.166

3. *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

Fixed Manufacturing Cost atau biaya tetap adalah biaya yang dikeluarkan oleh pabrik pada saat kondisi operasi maupun tidak. Pengeluaran yang bersifat konstan atau tetap yang tidak tergantung waktu dan tingkat produksi.

Tabel 6. 10 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No.	Komponen	Biaya (\$)	Biaya (Rp)
1.	<i>Depreciation</i>	5.158.789,14	78.547.723.443
2.	<i>Property tax</i>	573.198,79	8.727.524.827
3.	<i>Insurance</i>	573.198,79	8.727.524.827
	Total	6.305.187	96.002.773.097

Tabel 6. 11 *Total Manufacturing Cost*

No.	Komponen	Biaya (\$)	Biaya (Rp)
1.	<i>Direct Manufacturing Cost</i>	98.700.020,12	1.502.806.506.295
2.	<i>Inderect Manufacturing Cost</i>	2.929.810,99	44.609.302.166
3.	<i>Fixed Manufacturing cost</i>	6.305.186,73	96.002.773.097
	Total	107.935.018	1.643.418.581.557

c. Pengeluaran Umum (*General Expenses*)

General Expenses atau disebut pengeluaran umum terdiri dari pengeluaran-pengeluaran yang berhubungan dengan fungsi dari perusahaan yang tidak termasuk oleh Manufacturing cost. Biaya yang harus dikeluarkan guna untuk kepentingan dalam kelancaran jalannya perusahaan secara keseluruhan.

Tabel 6. 12 *General Expense (GE)*

No.	Komponen	Biaya (\$)	Biaya (Rp)
1.	Administrasi	8.998.427,32	137.010.054.438
2.	Sales	8.998.427,32	137.010.054.438
3.	<i>Finance</i>	11.997.903,10	182.680.072.583
4.	<i>Research</i>	11.997.903,10	182.680.072.583
	Total	41.992.661	639.380.254.042

Tabel 6. 13 *Total Production Cost*

No.	Komponen	Biaya (\$)	Biaya (Rp)
1.	<i>Manufacturing Cost</i>	107.935.018	1.643.418.581.557
2.	General expense (GE)	41.992.661	639.380.254.042
	Total	149.927.678,68	2.282.798.835.599

6.4 Analisa Keuntungan

a. Keuntungan Sebelum Pajak

Total penjualan : Rp 2.677.970.216.582,47

Total Production cost : Rp 2.282.798.835.599,34

Keuntungan : Total Penjualan – Total biaya produksi

: Rp 395.171.380.983,13

b. Keuntungan Sesudah Pajak

Pajak 25% dari keuntungan : Rp 98.792.845.245,78

Keuntungan : Keuntungan Sebelum Pajak – Pajak

: Rp 296.378.535.737,35

6.5 Analisa Kelayakan

Analisa kelayakan berfungsi untuk mengetahui laba yang didapatkan agar mendapatkan keuntungan maksimum dan bisa melihat hasil keuntungan kecil atau besar, agar bisa dikategorikan pabrik yang potensial atau tidak potensial dari sisi ekonomi, ada beberapa cara yang dilakukan untuk melihat suatu kelayakan pabrik, antara lain :

a. *Return on Investment (ROI)*

Return On Investment (ROI) adalah tingkat keuntungan yang di dapat setiap tahun dari tingkat investasi yang dikeluarkan. Pabrik dengan resiko rendah mempunyai minimum ROI before tax sebesar 11%, sedangkan pada pabrik dengan resiko tinggi mempunyai minimum ROI before tax sebesar 44%. Jumlah uang yang diterima atau hilang disebut laba/rugi atau bunga.

$$\%ROI = \frac{\textit{Profit}}{\textit{Fixed Capital Invesment}} \times 100\% \quad (6.2)$$

1. ROI sebelum pajak (ROI b)

$$ROI \text{ b} = 45,28 \%$$

2. ROI Setelah Pajak (ROI a)

$$ROI \text{ a} = 33,96 \%$$

b. *Pay Out Time (POT)*

Pay Out Time adalah lama waktu pengembalian modal yang berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan kembali.

$$POT = \frac{\textit{Fixed Capital Invesment (FCI)}}{\textit{keuntungan+Depresant}} \quad (6.3)$$

1. POT Sebelum Pajak (POTb)

Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah maksimum adalah 5 tahun.

POT b = 1,843 tahun

2. POT setelah pajak (POTa)

POT a = 2,328 tahun

c. *Break Even Point* (BEP)

Break even point merupakan titik yang menunjukkan pada suatu tingkat dimana biaya dan penghasilan jumlahnya adalah sama. Dengan *break even point* kita dapat menentukan tingkat harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa harga perunit yang dijual agar mendapat keuntungan. Nilai BEP pabrik kimia umumnya berada pada range 40-60%.

$$BEP = \frac{Fa + 0,3 Ra}{Sa - Va - 0,7 Ra} \times 100\% \quad (6.4)$$

Dimana :

Fa = *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra = *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va = *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa = *Annual Sales Value* pada produksi maksimum Annual

Tabel 6. 14 *Annual Fixed Manufacturing Cost* (Fa)

No.	Komponen	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1.	<i>Depreciation</i>	78.547.723.443	5.158.789,14
2.	<i>Property Taxes</i>	8.727.524.827	573.198,79
3.	<i>Insurances</i>	8.727.524.827	573.198,79
	Total	96.002.773.097	96.002.773.097

Tabel 6. 15 *Annual Regulated Expenses (Ra)*

No.	Komponen	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1.	Gaji Karyawan	15.504.000.000	1.018.258,24
2.	Payoll Overhead	3.100.800.000	203.651,65
3.	Plant Overhead	12.403.200.000	814.606,59
4.	Supervise	130.629.351.748	8.579.361,08
5.	Laboratory	2.325.600.000	152.738,74
6.	General Expenses	639.380.254.042	41.992.660,85
7.	Maintennace	43.637.624.135	2.865.993,97
8.	Plant Supplies	6.545.643.620	429.899,09
	Total	840.967.865.247	853.526.473.546

Tabel 6. 16 *Annual Variable Value (Va)*

No.	Komponen	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1.	Bahan Baku	1.303.203.039.592	85.590.637,04
2.	Packaging and Shipping	26.779.702.166	1.758.814,01
3.	Biaya Bahan Utilitas	3.090.477.890	202.973,72
4.	Royalties And Patens	196.369.309	12.896,97
	Total	1.335.056.421.830	1.333.269.588.957

Tabel 6. 17 *Annual Sales Value (Sa)*

No.	Jenis Biaya	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1.	Annual Sales Value	2.677.970.216.582	175.881.401
	Total	2.677.970.216.582	175.881.401

Dengan menggunakan data yang sudah didapatkan pada tabel diatas, maka didapatkan nilai BEP sebesar :

$$\text{BEP} = 47,12 \%$$

d. *Shut Down Point (SDP)*

Shut Down Point adalah titik atau kondisi saat penentuan suatu aktivitas produksi harus berhenti. Penyebabnya antara lain variable cost yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan profit). Hal tersebut diakibatkan

karena biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal dari pada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *fixed cost*.

$$SDP = \frac{0,3 Ra}{Sa - Va - 0,7 Ra} \times 100\% \quad (6.5)$$

Didapatkan SDP = 42,57 %

e. *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)*

Discounted cash flow rate of return adalah besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahunnya. Didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik. Batasan DCFR sendiri adalah 1,5 kali bunga bank.

$$\frac{(WC+FCI) \times (1+i)^{10}}{CF} = ((1+i)^9 + 1+i)^8 + \dots + (1+i)1 \frac{WC+SV}{CV} \quad (6.6)$$

Dimana :

FCI = Fixed capital investment

WC = Working capital investment

SV = Salvage value = depresiasi

n = Umur pabrik 10 tahun

i = Nilai DCFR

Sebagai perhitungan digunakan data sebagai berikut :

FCI = Rp 872.752.482.699

WCI = Rp. 3.694.249.331.888

SV = Rp 87.275.248.270

n = 10 tahun

Sehingga diperoleh trial & error dapat dihitung nilai DCFR. Diperoleh nilai DCFR adalah :

DCFR = 12,69 %

Bunga bank Indonesia pada 2027 = 5,70 %

1,5 dari bunga bank Indonesia = 8,5 %

Dengan beberapa analisa ekonomi didapatkan grafik evaluasi ekonomi sebagai berikut:

6.6 Analisis Resiko Pabrik

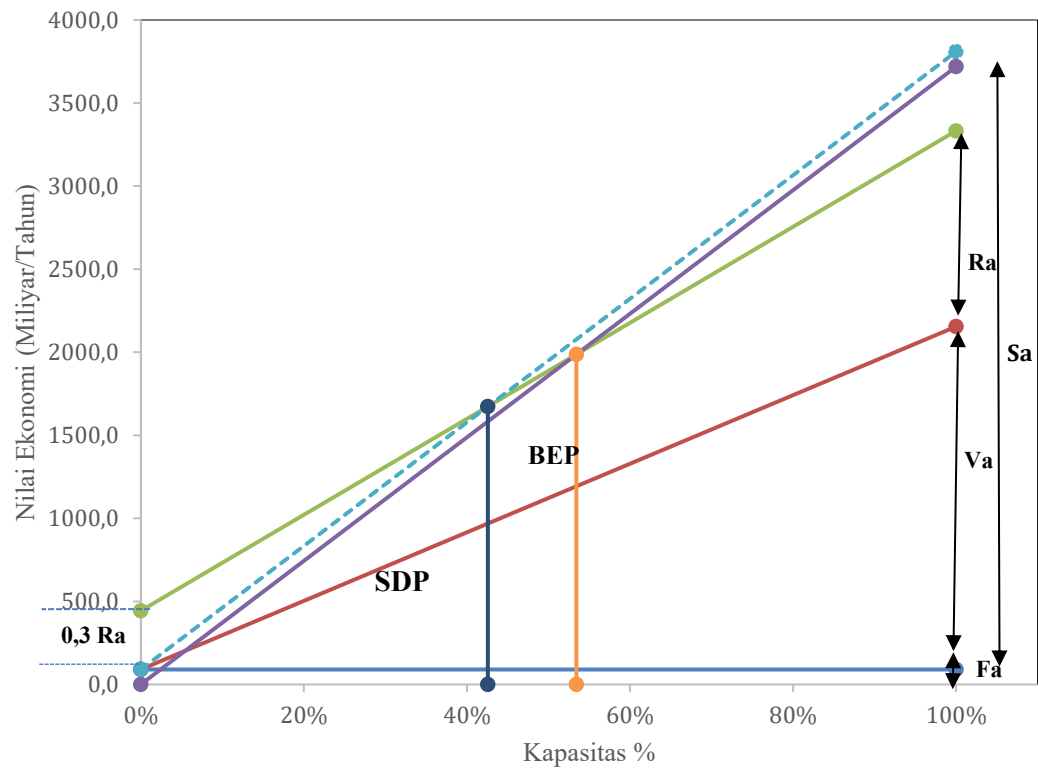
Analisis resiko pabrik dilakukan untuk menentukan besar kecilnya resiko sebuah pabrik (high risk atau low risk) dengan mempertimbangkan kemungkinan yang terjadi kemudian mencari solusi atas setiap resiko tersebut. Berdasarkan analisa resiko yang dilakukan, diketahui bahwa pabrik sodium dodekilbenzen sulfonat termasuk kategori resiko rendah (low risk) dengan pertimbangan sebagai berikut :

a. Kondisi Operasi

Prarancangan pabrik sodium dodekilbenzen sulfonat beroperasi dengan suhu berkisar antara 30 °C hingga 50 °C dengan tekanan operasi antara 1 atm hingga 2,25 atm. Sehingga, prarancangan pabrik terhitung cukup aman berdasarkan kondisi operasinya yang relatif cukup rendah.

b. Bahan Baku dan Produk

Bahan baku dan produk dari prarancangan pabrik sodium dodekilbenzen sulfonat memiliki sifat kimia yang tidak mudah terbakar dan memiliki toksisitas rendah. Selain itu tidak ada sisa dari proses reaksi yang terbuang ke lingkungan, sehingga terhitung cukup aman untuk lingkungan.



Gambar 6. 2 Grafik Evaluasi Ekonomi

BAB VII

PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan perancangan pabrik sodium dodekilbenzen sulfonat melalui proses sulfonasi dan netralisasi, dengan kapasitas 81.000 ton/tahun baik ditinjau secara teknis maupun ekonomi, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pendirian pabrik Sodium Dodekilbenzen Sulfonat dengan kapasitas 81.000 ton/tahun bertujuan untuk memenuhi kebutuhan sodium dodekilbenzen sulfonat dalam negeri dan mengurangi ketergantungan impor serta membuka lapangan pekerjaan dan meningkatkan pertumbuhan ekonomi
2. Pabrik sodium dodekilbenzen sulfonat berbentuk Perseroan Terbatas (PT) didirikan di daerah di Kecamatan Jombang, Cilegon, Banten dengan luas tanah keseluruhan 12.000 m² dan jumlah karyawan 152 orang.
3. Dari segi evaluasi ekonomi serta analisis kelayakan, pabrik ini cukup menarik dan layak untuk didirikan dengan beberapa parameter kelayakan sebagai berikut:
 - a. *Return On Investment* (ROI)
 - 1) ROI sebelum pajak = 45,28 %
 - 2) ROI setelah pajak = 33,96 %

b. *Pay Out Time* (POT)

1) POT sebelum pajak = 1,843 tahun

2) POT setelah pajak = 2,328 tahun

Syarat POT maksimum sebelum pajak untuk pabrik dengan resiko rendah adalah 5 tahun.

c. *Break Event Point* (BEP) = 47,12 %

Nilai BEP untuk pabrik pada umumnya berada pada rentang 40% - 60%.

d. Shut Down Point (SDP) = 42,57 %

e. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) = 12,69 %

Syarat minimum DCFR adalah diatas suku bunga pinjaman bank yaitu sekitar 1,5 kali suku bunga pinjaman bank.

Dengan pertimbangan hasil diatas, maka pabrik sodium dodekilbenzen sulfonat dari dodekilbenzen dan oleum menggunakan proses sulfonasi dan netralisasi dengan kapasitas 81.000 ton/tahun layak dari aspek teknis dan menarik untuk dikaji lebih lanjut.

4. Hasil dari keseluruhan tinjauan yang dilakukan mulai dari tersedianya bahan baku, kondisi operasi proses dan hasil evaluasi ekonomi dapat disimpulkan bahwa Pabrik Sodium Dodekilbenzen Sulfonat dengan kapasitas 81.000 ton/tahun layak untuk didirikan

7.2 Saran

Perancangan suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pabrik untuk didirikan diantaranya sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan optimasi pemilihan alat utama maupun alat penunjang serta bahan baku sehingga mengoptimalkan keuntungan yang didapatkan.
2. Dalam perancangan pabrik kimia diperlukan pengetahuan dan pemahaman yang didukung dengan adanya referensi dan pranalar lain yang berhubungan dengan konsep dasar pendirian suatu pabrik. Mempelajari lebih dalam akan seluruh konsep tersebut harapannya akan menjadikan produk Sodium Dodekilbenzen Sulfonat dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan ekspor keluar negeri dimasa yang akan mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Amous, Jamal M. 2016. “*Kinetic Study on Dodecylbenzene Sulfonation in a Mixed Batch Reactor*”. *Chemical and Materials Engineering* 4(3): 33-38
- Aries, R.S., and Newton, R.D., 1955, *Chemical Engineering Cost Estimation*, McGraw Hill Handbook, Co., Inc., New York
- Brown, G.G. 1978. *Unit Operations*. John Wiley and Sons Inc. New York
- Brownell, L.E and Young. E.H. 1979. *Process Equipment Design*. John Wiley and Sons Inc. New York.
- Coulson, J.M and Richardson, J.F. 1983. *Chemical Engineering, 1st edition, Volume 6*. Pergason Press.Oxford
- Fogler, H. Scott.1992. *Element of Chemical Reactions Engineering 3 rd ed*. India : Prentice-Hall
- Kern, D.Q.1950. *Process Heat Transfer*. Mc. Graw-Hill International Book Company Inc. New York.
- Geankoplis, C.J., 1983, *Transport Processes and Unit Operations*, 2 nd ed., Allyn and Bacon Inc., Boston
- Kirk, R. E., and Othmer D.F.1998 *Encyclopedia of Chemical Technology*, 4th ed. The Interscience Encyclopedia Inc. New York.
- Perry, R.H., and Green, D.W., 1986, Perry’s *Chemical Engineer’s Handbook*, 6th ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York

Peters, M., Timmerhause, K., and West, R. 2003. *Plant Design and Economics For Chemical Engineers*. Mc Graw Hill Companies Inc.

Smith, J.M., Van Ness, H.C., & Abbot, M.M., 1987, *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*, 5 th ed, Mc Graw Hill Book Company Inc., New York

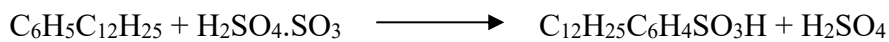
Yaws, C.L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. Mc Graw Hill Handbooks. New York.

Wallas, S.M *Chemical Process Equipment*. Mc.Graw Hill Koagakusha Company. Tokyo

LAMPIRAN 1
PERANCANGAN REAKTOR-01

Reaktor-01

- Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)
- Fungsi : Tempat terjadi reaksi sulfonasi antara dodekilbenzen dan oleum yang menghasilkan produk berupa asam dodekilbenzen sulfonat dan asam sulfat.
- Fase : Cair-Cair
- Bentuk : Tangki Silinder
- Suhu Operasi : 50 °C
- Tekanan : 1 atm
- Konversi terhadap Dodekilbenzen : 99,8%
- Reaksi Sulfonasi :



1. Neraca Massa

Komponen	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa (xi)	ρ_i (kg/m ³)	$\rho_i \cdot x_i$ (kg/m ³)
$\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{C}_{12}\text{H}_{25}$	7134.00000	0.523979518	832.8434	436.3928729
C_9H_{10}	28.53600	0.002095918	891.7325	1.868998354
$\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{SO}_3$	6452.50000	0.473924564	1793.5144	849.9905148
Total	13615.036	1	3518.090292	1288.252386

Densitas Campuran (ρ) = 1288.252386 kg/m³

2. Design Equation

- a. Menghitung Kecepatan Alir Volumetrik

$$F_v = \frac{\text{Massa Umpan}}{\rho \text{ Campuran}}$$

$$= 10.5686 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 10568.6092 \text{ liter/jam}$$

b. Menghitung Konsentrasi Umpan Mula-Mula

$$\begin{aligned}C_{a0} &= \frac{n_a}{F_v} \\ &= 0.0027 \text{ kmol/liter} \\ &= 2.743975058 \text{ mol/liter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}C_{b0} &= \frac{n_b}{F_v} \\ &= 0.0034 \text{ kmol/liter} \\ &= 3.429968822 \text{ mol/liter}\end{aligned}$$

c. Menghitung Konsentrasi Umpan (Reaksi 1)

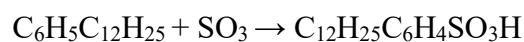
$$\begin{aligned}C_a &= C_{a0} \times (1 - X) \\ &= 0.00548795 \text{ mol/liter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}C_b &= C_{b0} \times (C_{a0} - X) \\ &= 0.691481715 \text{ mol/liter}\end{aligned}$$

d. Menghitung Konstanta Laju Reaksi

$$\begin{aligned}\text{Konstanta Laju Reaksi (k)} &= 2,2781 \times 10^{-4} \text{ liter/gmol.sec} \\ &= 0,820116 \text{ liter/gmol.jam}\end{aligned}$$

Berdasarkan jurnal *Kinetic Study on Dodecylbenzene Sulfonation in a Mixed Batch Reactor*. Persamaan reaksi antara sulfur trioksida dan dodekilbenzen:



Model kinetik untuk laju reaksi sulfonasi adalah :

$$-R_{DB} = k(C_{DB})^{\alpha_1} \cdot (C_{SO_3})^{\alpha_2}$$

Dimana CDB dan CSO₃ merupakan konsentrasi dari dodekilbenzen dan sulfur trioksida, dan α1 dan α2 merupakan orde reaksi terhadap sulfur trioksida dan dodekilbenzen.

Pada jurnal yang kami gunakan terdapat 2 rangkaian percobaan yang dilakukan dan masing-masing menggunakan variabel suhu yang berbeda yaitu 20 °C, 30 °C, 40 °C dan 50 °C. Untuk rangkaian pertama yaitu untuk konsentrasi sulfur trioksida (SO₃), setiap variabel nilai konstanta laju reaksi yang diamati (k'Ti) seperti persamaan berikut:

$$kTi' = kTi \cdot [(C_{SO_3})_{ave}]^{\alpha_2}$$

$$kTi = \frac{kTi'}{[(C_{SO_3})_{ave}]^{\alpha_2}}$$

Temperature Ti, (°C)	20	30	40	50
Konsentrasi rata-rata SO ₃ (gmol/L)	12,0571	12,2875	12,0429	12,0857
α1	0,72	0,71	0,68	0,83
lnk'	-7,3395	-6,75296	-6,18595	-5,90286
kTi'	6,49375×10 ⁻⁴	1,16742×10 ⁻³	2,0581×10 ⁻³	2,7316×10 ⁻³
kTi	1,23971×10 ⁻⁵	2,16262×10 ⁻⁵	3,9364×10 ⁻⁵	5,19523×10 ⁻⁵

Sedangkan untuk rangkaian kedua yaitu untuk konsentrasi dodekilbenzen (DB), setiap variabel nilai konstanta laju reaksi yang diamati (kTj'') seperti persamaan berikut:

$$kTj'' = kTj \cdot [(C_{DB})_{ave}]^{\alpha_1}$$

$$kTj = \frac{kTj''}{[(C_{DB})_{ave}]^{\alpha_1}}$$

Temperature Tj, (°C)	20	30	40	50
Konsentrasi rata-rata DB (gmol/L)	3,2569	3,2145	3,0851	3,2107
α2	1,91	1,72	1,41	1,33
lnk''	-6,83	-6,4521	-5,8641	-5,0541

kT_j''	$1,0809 \times 10^{-3}$	$1,5772 \times 10^{-3}$	$2,8396 \times 10^{-3}$	$6,3831 \times 10^{-3}$
kT_j	$1,6535 \times 10^{-4}$	$2,4636 \times 10^{-4}$	$4,7350 \times 10^{-4}$	$9,9894 \times 10^{-4}$

Konstanta laju reaksi intrinsik keseluruhan k pada suhu 20, 30, 40 dan 50 °C ditentukan dari persamaan berikut :

$$k = \{kT_i \times kT_j\}^{1/2}$$

Ti	20 °C	30 °C	40 °C	50 °C
kT	$4,5275 \times 10^{-5}$	$7,2992 \times 10^{-5}$	$1,3652 \times 10^{-4}$	$2,2781 \times 10^{-4}$

Berdasarkan hasil percobaan dari jurnal *Kinetic Study on Dodecylbenzene Sulfonation in a Mixed Batch Reactor*, orde reaksi untuk reaksi sulfonasi antara dodekilbenzen dan oleum pada suhu 50°C sebagai berikut:

$$-R_{DB} = k(C_{DB})^{0,83} \cdot (C_{SO_3})^{1,33}$$

Orde reaksi total = 0,83 + 1,33 = 2,16. Sehingga orde reaksi yang digunakan adalah 2.

Orde reaksi merupakan banyaknya faktor konsentrasi zat reaktan yang mempengaruhi kecepatan reaksi. Orde reaksi ditentukan atau didapatkan dari percobaan, tidak dapat diturunkan.

didapatkan nilai k pada suhu 50°C :

$$k = 0.00022781 \text{ liter/gmol.sekon}$$

$$k = 0.820116 \text{ liter/gmol.jam}$$

e. Menghitung Waktu Tinggal

$$\tau = \frac{X_A}{k \cdot (1 - X_{A1}) \cdot (C_{B0} - C_{A0} \cdot X_{A1})}$$

$$\tau = 3.167.722 \text{ detik}$$

3. Menentukan Volume Reaktor

$$F_v * \tau = 9.296.353,219 \text{ liter}$$

$$= 9.296,353 \text{ m}^3$$

4. Optimasi Reaktor

a. Menggunakan 1 Reaktor

$$V : 9.296,353 \text{ m}^3 = 2.455.836,71 \text{ gallon}$$

$$X_0 : 0$$

$$X_1 : 0,998$$

$$\tau_1 : 879,923 \text{ jam}$$

b. Menggunakan 2 Reaktor

$$V : 1,922 \text{ m}^3 = 507,67 \text{ gallon}$$

$$X_0 : 0$$

$$X_1 : 0,991$$

$$X_2 : 0,999$$

$$\tau_2 : 7,51 \text{ menit}$$

c. Menggunakan 3 Reaktor

$$V : 1,238 \text{ m}^3 = 327,09 \text{ gallon}$$

$$X_0 : 0$$

$$X_1 : 0,991$$

$$X_2 : 0,995$$

$$X_3 : 0,999$$

$$\tau_3 : 7,03 \text{ menit}$$

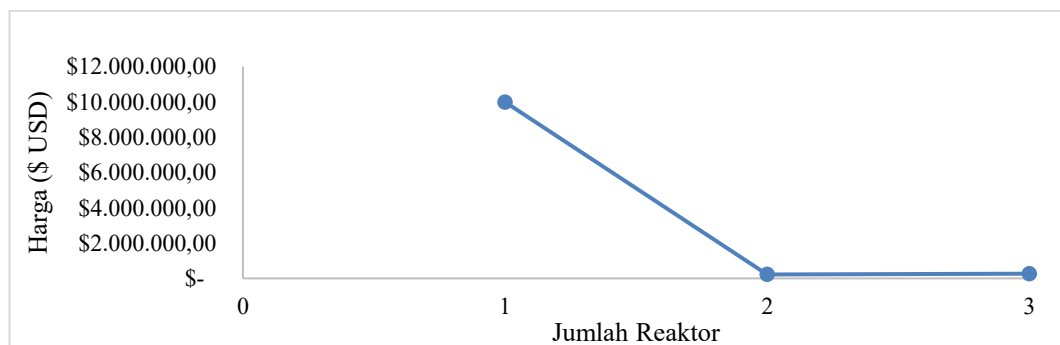
n	Volume 1 Reaktor (m ³)	Volume Total (m ³)
1	9.296,353	9.296,353
2	1,922	3,8435
3	1,238	3,7145

n	X ₀	X ₁	X ₂	X ₃
1	0,00	0,998		
2	0,00	0,991	0,999	
3	0,00	0,991	0,995	0,999

Optimasi Harga Reaktor

Untuk mengetahui jumlah reaktor dilakukan optimasi : Dengan menggunakan data harga reaktor yang diambil dari www.matche.com. Untuk mempertimbangkan jumlah reaktor dengan harga minimal dipilih *Stainless Steel* tipe 316 sebagai bahan material pembuatan reaktor.

n	Volume 1 Reaktor (gal)	Volume Total (gal)	Profil Harga	Total Harga
1	2.455.836,71	2.455.836,7091	\$ 9.995.700,00	\$ 9.995.700,00
2	507,67	1.015,340665	\$ 111.300,00	\$ 222.600,00
3	327,09	981,2671192	\$ 88.300,00	\$ 264.900,00



Dari grafik diatas dapat diambil kesimpulan bahwa pada reaktor dengan jumlah 2 buah memberikan harga paling rendah yaitu \$ 222.600,00. Diambil kesimpulan bahwa jumlah reaktor yang dipakai 2 buah, dengan pertimbangan harga yang paling rendah, volume reaktor yang standar dan waktu tinggal yang didapat yaitu 7,51 menit dimana proses sulfonasi akan berjalan dengan baik.

5. Menghitung Dimensi Reaktor

Perancangan reaktor dibuat dengan faktor keamanan sebesar

20%, sehingga volume reaktor menjadi:

$$\text{Volume reaktor} = 1,2 \times 1,922 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume reaktor} = 2,306 \text{ m}^3$$

$$= 81,439 \text{ ft}^3$$

Reaktor berbentuk silinder vertical terdiri dari dinding (*shell*) dan tutup atas serta bawah (*head*) yang berbentuk *torispherical*.

Ditetapkan: $D = H$

Dimana:

D = Diameter reaktor

H = Tinggi Reaktor

$$\text{Volume Head Torispherical} = 0,000049 \text{ d}^3$$

Dipilih Perbandingan $D : H = 1 : 1$

Sehingga:

V reaktor total = Volume silinder + 2 Volume Head

$$\text{Volume Head} = 0,000049 \times ID^3 + \frac{\pi}{4} \left(\frac{ID}{12} \right)^2 \frac{sf}{12}$$

$$\text{Volume head} = 0,000049 \times 53,99^3 + \frac{3,14}{4} \left(\frac{53,99}{12} \right)^2 \frac{1,5}{12}$$

$$\text{Volume head} = 7,7117511 \text{ ft}^3 = 0,218370413 \text{ m}^3$$

$$\text{V reaktor total} = 2,358482086 \text{ m}^3$$

6. Menghitung Ketinggian Cairan dalam Reaktor

$$V_{\text{cairan di shell}} = V_{\text{Shell}} - V_{\text{Bottom}}$$

A total = 1,4676 m

V Shell = 1,9217 m³

V bottom = 0,2184 m

V cairan di shell = 1,7034 m

$$h \text{ shell} = \frac{V \text{ cairan di shell}}{At}$$

h cairan (h shell) = 1,1538 m

7. Menghitung Tebal Dinding Reaktor

$$t_s = \frac{P_d r_i}{fE - 0,6P_d} + C$$

t_s = Tebal *shell* (in)

P = Tekanan dalam tangki (psia)

F = *Allowable stress* (18.750 psi)

r_i = Jari-jari dalam storage (in)

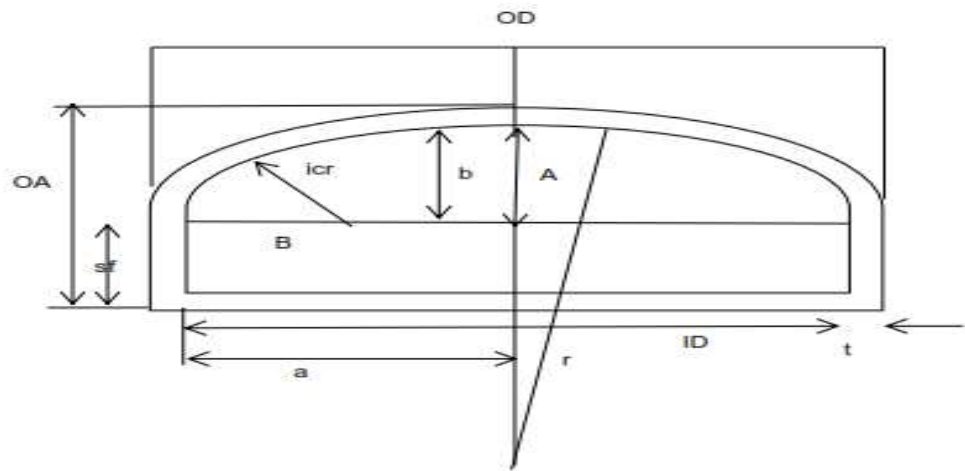
E = Efisiensi pengelasan (80%(double welded butt joint))

C = Faktor korosi (0,125 in)

Dari hasil perhitungan diperoleh tebal *shell* adalah 0,126 in, sehingga tebal

shell standar = 0,1875 in.

8. Perancangan Dimensi *Head*



t = tebal head, in

icr = inside corner radius, in

r = radius of dish, in

OD = outside diameter, in

ID = inside diameter, in

b = depth of dish, in

OA = overall dimension, in

sf = straight flange

Menghitung Tebal Head :

t_s = 0,1875 in

icr = 1,88 in

r = 48 in

OD = 54 in

ID = 53,99 in

P = 18,27 psi

w = 1,75 in

$$th = 0,1297 \text{ in}$$

$$sf = 1,5 \text{ in}$$

$$b = 8,3274 \text{ in}$$

Diperoleh dari persamaan persamaan 13.10 Brownell and Young, 1959

$$th = \frac{P \cdot rc \cdot w}{2fE - 0,2P} + C$$

Diperoleh nilai tebal *head* dan *bottom* dari perhitungan sebesar 0,1290 in, sehingga tebal *head* standar = 0,1875 in. Dari tabel 5.8 Brownell dengan tebal *head* 0,1875 in didapatkan $sf = 1,5 - 4,5 \text{ in}$, digunakan nilai $sf = 1,5 \text{ in}$. Sehingga tinggi head yang diperoleh adalah $H_{\text{head}} = sf + b + th = 9,957 \text{ in}$, tinggi total reaktor = $2 \cdot H_{\text{head}} + H_{\text{shell}} = 1,85 \text{ m}$.

9. Menghitung Dimensi Pengaduk

Jenis pengaduk yang digunakan adalah flat six blade turbine, impeller jenis ini digunakan pada kecepatan tinggi pada cairan yang mempunyai viskositas sedang dan tidak terlalu kental.

$$Dt = 0,4572 \text{ m}$$

$$\text{Diameter Propeller (Da)} = Dt/3 = 0,8412 \text{ m}$$

$$\text{Panjang Propeller dari Dasar (E)} = Dt/3 = 0,8412 \text{ m}$$

$$\text{Lebar Propeller (L)} = Da/4 = 0,210 \text{ m}$$

$$\text{Lebar Baffle (L)} = Dt/12 = 0,210 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi Propeller (W)} = Da/5 = 0,168 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi Cairan (H)} = 2,776 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah Baffle} = 4 \text{ buah}$$

$$\text{Jumlah Pengaduk} = 1 \text{ buah}$$

10. Menghitung Power Pengaduk

Menghitung Kecepatan Putaran Pengaduk :

a. *Specific Gravity*

$$sg = \frac{\rho_{fluida}}{\rho_{air}}$$

$$sg = 1,292128772$$

$$WELH = 1,4908 \text{ ft}$$

$$\text{Jumlah putaran (N)} = 854,603 \text{ rpm} = 14,2434 \text{ rps.}$$

b. Menghitung Power Pengaduk :

$$Pa = \frac{Np \times \rho \times Ni^3 \times Di^5}{gc}$$

Power Number (Np) = 6

$$\rho = 1288,2524 \text{ kg/m}^3 = 1,2882 \text{ g/cm}^3$$

$$Ni = 14,2434 \text{ rps}$$

$$Di = 84,122 \text{ cm}$$

$$gc = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$Pa = 960,09237 \text{ g.cm}^2/\text{s}^3$$

$$P = \text{Efisiensi} \times Pa$$

$$P = 80\% \times Pa$$

$$P = 18,4621 \text{ Hp}$$

$$P \text{ Standar} = 20 \text{ Hp}$$

11. Coil-01

Neraca Panas Total Reaktor

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
----------	----------------	-----------------

Q in	2244648,71	
Q out		1451167,75
Air Pendingin		793490,32
Total	2244648,71	2244658,07

$Q_{in} > Q_{out}$ Reaktor sehingga diperlukan pendingin.

Kebutuhan pendingin yang digunakan berupa water

$$T_1 = 25^{\circ}\text{C} = 77^{\circ}\text{F} = 298,15 \text{ K}$$

$$T_2 = 45^{\circ}\text{C} = 113^{\circ}\text{F} = 318,15 \text{ K}$$

a. Sifat fisis air

$$C_p \text{ (Kapasitas Panas Larutan)} = 2,07 \text{ Btu/lb.}^{\circ}\text{F}$$

$$\rho \text{ (Densitas)} = 1018,27 \text{ kg/m}^3 = 63,54 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu \text{ (Viskositas)} = 51,20 \text{ cP} = 12,38 \text{ lb/ft.jam}$$

$$k \text{ (Konduktivitas)} = 5,19 \text{ Btu/jam.ft. }^{\circ}\text{F}$$

b. Kebutuhan air pendingin

$$m = \frac{Q}{C_p \Delta T}$$

$$m = \frac{752086 \text{ Btu/jam}}{2,07 \frac{\text{btu}}{\text{lb}} \cdot \text{F} \times (113 \text{ F} - 77 \text{ F})}$$

$$m = 10076,59 \text{ lb/jam}$$

c. Menghitung ΔT_{LMTD}

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{\ln \left(\frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right)}$$

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{113 F - 77 F}{\ln \left(\frac{113 F}{77 F} \right)}$$

$$\Delta T_{LMTD} = 34,76 F$$

Berdasarkan Tabel 8 Hal. 840, Kern, nilai UD untuk fluida panas heavy organic dan fluida dingin Water adalah :

Ud for Gas-Water : 5 sampai 75 Btu/hr.ft².F

Ud trial : 75 Btu/hr.ft².F

d. Heat Transfer Area

$$A = \frac{Q}{U_D \times \Delta T_{LMTD}}$$

$$A = 288,48 \text{ ft}^2$$

e. Memilih Diameter Koil

Digunakan pipa standar dari Tabel 11, Kern.

Nominal pipe : 2 in

OD : 2,380 in = 0,198 ft

ID : 2,067 in = 0,172 ft

Shedule : 40

f. Menghitung h_i

$$h_i = j_H \cdot \frac{k}{D_e} \left(\frac{c_p \cdot \mu}{k} \right)^{1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0,14}$$

Diketahui :

$$k \text{ (thermal conductivity)} = 0,3315 \text{ btu/ft.jam F}$$

$$C_p \text{ (Heat Capacity)} = 5514,2376 \text{ btu/lb.F}$$

$$\mu \text{ (viskositas)} = 2,1747 \text{ lb/ft.jam}$$

$$D_e \text{ (ID koil)} = 0,172 \text{ ft}$$

$$j_H \text{ (grafik 24, Kern page 834)} = 200$$

Sehingga :

$$H_i = 12.729,2766 \text{ btu/ft}^2.\text{jam.F}$$

g. Menghitung h_{io}

$$h_{io} = h_i \frac{ID}{OD}$$

$$h_{io} = 12.729,2766 \text{ btu/ft}^2.\text{jam.F} \times \frac{0,172 \text{ ft}}{0,198 \text{ ft}}$$

$$h_{io} = 11055,2163 \frac{\text{Btu}}{\text{ft}^2}.\text{jam.F}$$

h. Menghitung h_o

$$h_o = j_H \cdot \frac{k}{D_e} \left(\frac{c_p \cdot \mu}{k} \right)^{1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0,14}$$

$$h_o = 200 \cdot \frac{0,3314}{0,1723} \left(\frac{23091 \times 0,899}{0,3314} \right)^{1/3} \left(\frac{2,175}{1} \right)^{0,14}$$

$$h_o = 14194,6296 \frac{\text{Btu}}{\text{jam}}.\text{ft}^2\text{F}$$

i. Menghitung Uc

$$U_c = \frac{h_o \times h_{io \text{ koil}}}{h_o + h_{io \text{ koil}}}$$

$$U_c = \frac{14194,6296 \frac{\text{Btu}}{\text{jam}} \cdot \text{ft}^2 F \times 11055,2163 \frac{\text{Btu}}{\text{ft}^2} \cdot \text{jam} \cdot F}{14194,6296 \frac{\text{Btu}}{\text{jam}} \cdot \text{ft}^2 F + 11055,2163 \frac{\text{Btu}}{\text{ft}^2} \cdot \text{jam} \cdot F}$$

$$U_c = 7212,3615 \frac{\text{btu}}{\text{jam}} \cdot \text{ft}^2 F$$

j. Menghitung Ud

$$U_d = \frac{H_d \times U_c}{H_d - U_c}$$

$$H_d = 1/R_d$$

$$= 1000 \text{ btu/jam} \cdot \text{ft}^2 \cdot F$$

$$U_d = 878,232 \text{ btu/jam} \cdot \text{ft}^2 \cdot F$$

k. Menghitung Rd

$$R_d = \frac{U_c - U_D}{U_c \cdot U_D}$$

$$R_d = \frac{7212,3615 \frac{\text{btu}}{\text{jam}} \cdot \text{ft}^2 F - 878,232 \frac{\text{btu}}{\text{jam}} \cdot \text{ft}^2 F}{7212,3615 \frac{\text{btu}}{\text{jam}} \cdot \text{ft}^2 F \times 878,232 \frac{\text{btu}}{\text{jam}} \cdot \text{ft}^2 F}$$

$$R_d = 0,001$$

l. Menghitung Luas Bidang Transfer (A)

$$A = \frac{Q \text{ total}}{U_d \times \Delta T \text{ LMTD}}$$

$$A = 20,79 \text{ ft}^2$$

m. Menghitung Panjang Koil (Lc)

$$Lc = \frac{A}{a''}$$

$$Lc = \frac{20,793}{0,633}$$

$$Lc = 33,4299 \text{ ft} = 10,189 \text{ m}$$

n. Menghitung Jumlah Lengkung

$$Ac = \sqrt{ID^2 + x^2}$$

$$Ac = 20,728 \text{ in}$$

$$K \text{ lilitan} = \frac{1}{2}\pi(Dc) + \frac{1}{2}\pi((Dc^2+x^2)^{1/2})$$

$$K \text{ lilitan} = 5,419 \text{ ft}$$

$$= 65,03 \text{ in}$$

o. Menentukan Banyaknya lilitan

$$N \text{ lilitan} = L \text{ pipa koil} / K \text{ lilitan}$$

$$N \text{ lilitan} = \frac{20,79 \text{ ft}^2}{5,419 \text{ ft}}$$

$$N \text{ lilitan} = 3 \text{ lilitan}$$

p. Menghitung Volume Koil

$$Vc = \frac{1}{4}\pi \times OD^2 \times Lc$$

$$Vc = \frac{1}{4} 3,14 \times (0,060452 \text{ m})^2 \times 10,189 \text{ m}$$

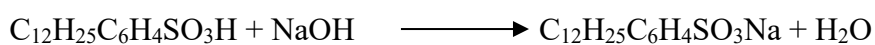
$$Vc = 0,2949 \text{ m}^3$$

LAMPIRAN 2
PERANCANGAN *NETRALIZER*-01

Netralizer

- Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)
- Fungsi : Menetralkan Asam Dodekilbenzen Sulfonat dengan menggunakan Natrium Hidroksida (NaOH)
- Fase : Cair-Cair
- Bentuk : Tangki Silinder
- Suhu Operasi : 50 °C
- Tekanan : 1 atm
- Waktu Tinggal : 7,5 menit
- Konversi terhadap Dodekilbenzen Sulfonic Acid : 100%

Reaksi Netralisasi :



1. Neraca Massa

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)
	arus 7	arus 8	arus 9
C ₆ H ₅ .C ₁₂ H ₂₅	11,410		11,410
C ₉ H ₁₀	28,526		28,526
C ₆ H ₅ .C ₁₂ H ₂₅ SO ₃	9435,619		0,000
C ₆ H ₅ .C ₁₂ H ₂₅ SO ₃ Na			10072,378
H ₂ O		1157,745	1678,730
NaOH		1157,745	0,000
Jumlah	11791,045		117191,045

Densitas Campuran (ρ) = 1169,8515 kg/m³

2. Design Equation

- a. Menghitung Kecepatan Alir Volumetrik

$$F_v = \frac{\text{Massa Umpan}}{\rho \text{ Campuran}}$$

$$= 10,0790 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 10079,0952 \text{ liter/jam}$$

- b. Menghitung Konsentrasi Umpan Mula-Mula

$$C_{a0} = \frac{n_a}{F_v}$$

$$= 0,002871 \text{ kmol/liter}$$

$$= 2,8716 \text{ mol/liter}$$

$$C_{b0} = \frac{n_b}{F_v}$$

$$= 0,002871 \text{ kmol/liter}$$

$$= 2,8716 \text{ mol/liter}$$

- c. Menghitung Konsentrasi Umpan (Reaksi 1)

$$C_a = C_{a0} \times (1 - X)$$

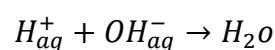
$$= 0,0002871 \text{ mol/liter}$$

$$C_b = C_{b0} \times (C_{a0} - X)$$

$$= 0,0002871 \text{ mol/liter}$$

- d. Kinetika Reaksi

Reaksi netralisasi merupakan reaksi antara asam dengan basa membentuk garam atau reaksi antara garam membentuk garam yang baru. Reaksi netralisasi biasanya berlangsung dalam solven dimana reaktan terdisosiasi menjadi ion-ionnya dan berinteraksi dengan solven. Dalam reaksi netralisasi biasanya menghasilkan produk samping berupa air yang merupakan hasil dari reaksi:



Konstanta kecepatan reaksi tersebut pada suhu 25°C adalah $k = (1,4 \pm 0,2) \cdot 10^{11} \text{ /M.s.}$ (Stillinger, 1978).

Pada reaktan berupa asam dan basa kuat, reaktan dapat terdisosiasi dalam solven dengan sangat cepat sehingga konstanta kecepatan reaksi netralisasi dapat menggunakan nilai di atas. Pencampuran 1 M asam kuat dengan 1 M basa kuat akan menyebabkan reaksi netralisasi secara sempurna dalam waktu 10-11 detik (Stillinger, 1978). Sehingga dapat dianggap bahwa reaksi antara asam kuat dengan basa kuat dalam reaktor berlangsung secara sempurna.

$$k = 0,02 \text{ sekon}^{-1}$$

$$k = 72 \text{ jam}^{-1}$$

e. Menghitung Waktu Tinggal

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{X_n}{k \cdot (1 - X_n)} \\ &= 138,875 \text{ jam} \end{aligned}$$

3. Menentukan Volume Reaktor

$$\begin{aligned} V &= F_v \cdot \tau \\ &= 13496,1727 \text{ liter} \\ &= 1399,734 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

4. Optimasi Reaktor

$$\begin{aligned} \text{Waktu tinggal reaktor } (\tau) &= 138,875 \text{ jam} \\ \text{Konstanta laju reaksi } (k) &= 72 \text{ jam}^{-1} \\ \text{Konversi } (X) &= 100\% \\ \text{Volume Reaktor (1)} &= 1399,734 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

a. Optimasi 2 reaktor

n	x	k	τ (jam)
1	0,9	72	0,125
2	0,99		0,125

Volume satu reaktor = $1,25 m^3$

Total Volume = $2,5198 m^3$

Waktu = $7,5$ menit

b. Optimasi 3 reaktor

n	x	k	τ (jam)
1	0,78	72	0,04924
2	0,9525		0,05044
3	0,99		0,05208

Volume = $0,5249 m^3$

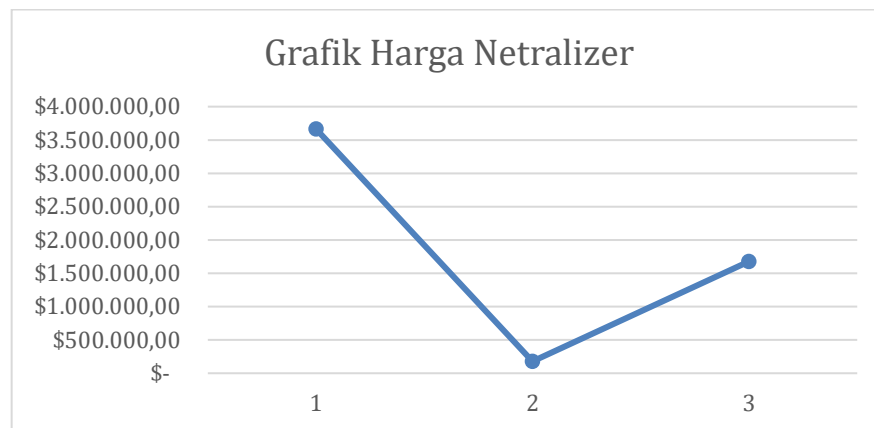
Total Volume = $1,511 m^3$

Waktu = $1,5749$ menit

n	Volume (galon)	Volume total (galon)	Profil Harga	Biaya
1	369807,5738	369807,5738	\$ 4.036.200,00	\$ 4.036.200,00
2	332,8268	665,6536	\$ 98.100,00	\$ 196.200,00
3	138,6778	416,0335	\$ 616.000,00	\$ 1.848.000,00

Optimasi Harga Reaktor

Untuk mengetahui jumlah reaktor dilakukan optimasi: Dengan menggunakan data harga reaktor yang diambil dari www.matche.com. Untuk mempertimbangkan jumlah reaktor dengan harga minimal dipilih *Stainless Steel* tipe 316 sebagai bahan material pembuatan reaktor.



Dari grafik di atas dapat diambil kesimpulan bahwa pada reaktor dengan jumlah 2 buah memberikan harga paling rendah yaitu \$196.200,00 meskipun jika ditinjau dari waktu tinggal dan volume reaktornya bukan yang paling kecil namun cukup masuk akal dalam perjalanan prosesnya. Sehingga diambil kesimpulan bahwa jumlah reaktor yang dipakai 2 buah, dengan pertimbangan harga yang lebih murah dibandingkan dengan jumlah reaktor 3 buah, dengan volume reaktor yang standar dan waktu tinggal yang didapat yaitu 7,5 menit sehingga proses sulfonasi akan berjalan dengan baik.

5. Menghitung Dimensi Reaktor

Perancangan reaktor dibuat dengan faktor keamanan sebesar 20%, sehingga volume reaktor menjadi:

$$\text{Volume reaktor} = 1,2 \times 1,2598 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Volume reaktor} &= 1,5118 \text{ m}^3 \\ &= 1511,8641 \text{ liter} \end{aligned}$$

Reaktor berbentuk silinder vertical terdiri dari dinding (*shell*) dan tutup atas serta bawah (*head*) yang berbentuk *torispherical*.

Ditetapkan : $D = H$

Dimana:

D = Diameter reaktor

H = Tinggi Reaktor

$$\text{Volume Head Torispherical} = 0,000049 D^3$$

Dipilih Perbandingan D : H = 1 : 1

Sehingga:

V reaktor = Volume silinder + 2 Volume Head

$$V \text{ reaktor} = 1/4 \pi D^2 H + 2 \times 0,000049 D^3$$

6. Menghitung Ketinggian Cairan dalam Reaktor

$$V_{\text{cairan di shell}} = V_{\text{Shell}} - V_{\text{Bottom}}$$

$$A \text{ total} = 1,8005 \text{ m}^2$$

$$V \text{ Shell} = 1,1268 \text{ m}^3$$

$$V \text{ bottom} = 0,28794 \text{ m}^3$$

$$V \text{ cairan di shell} = 1,1843638 \text{ m}^3$$

$$h \text{ shell} = \frac{V_{\text{cairan di shell}}}{A_t}$$

$$h \text{ cairan (h shell)} = 0,6255 \text{ m}$$

7. Menghitung Tebal Dinding Reaktor

$$t_s = \frac{P_d r_i}{fE - 0,6P_d} + C$$

t_s = Tebal *shell* (in)

P = Tekanan dalam tangki (psia)

F = Allowable stress (18.750 psi)

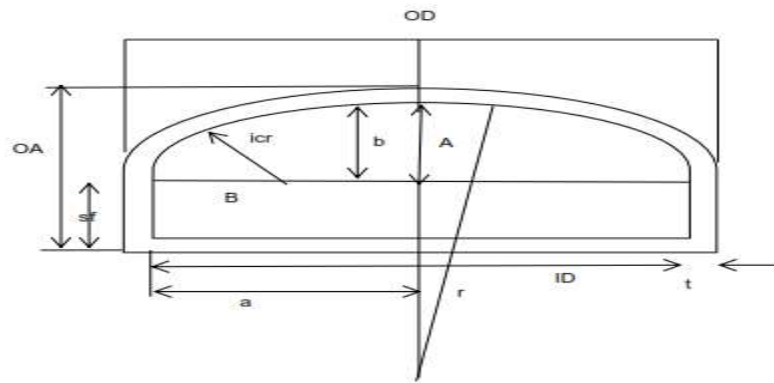
r_i = Jari-jari dalam storage (in)

E = Efisiensi pengelasan (80%(double welded butt joint))

C = Faktor korosi (0,125 in)

Dari hasil perhitungan diperoleh tebal *shell* adalah 0,126 in, sehingga tebal *shell* standar = 0,1875 in.

8. Perancangan Dimensi *Head*



t = tebal *head*, in

icr = *inside corner radius*, in

r = *radius of dish*, in

OD = *outside diameter*, in

ID = *inside diameter*, in

b = *depth of dish*, in

OA = *overall dimension*, in

sf = *straight flange*

Menghitung Tebal *Head* :

t_s = 0,1875 in

icr = 3,25 in

r = 54 in

OD = 54 in

ID = 53,625 in

$$P = 16,16549 \text{ psi}$$

$$th = 0,1875 \text{ in}$$

$$sf = 2 \text{ in}$$

$$b = 9,0514617 \text{ in}$$

Diperoleh dari persamaan persamaan 13.12 Brownell and Young, 1959

$$th = \frac{0,885 \cdot P \cdot r}{fE - 0,1P} + C$$

Diperoleh nilai tebal *head* dan *bottom* dari perhitungan sebesar 0,10315 in, sehingga tebal *head* standar = 0,1875 in. Dari tabel 5.8 Brownell dengan tebal *head* 0,1875 in didapatkan $sf = 1,5 - 4,5 \text{ in}$, digunakan nilai $sf = 2 \text{ in}$.

Sehingga tinggi head yang diperoleh adalah $H_{\text{head}} = sf + b + th = 11.23896 \text{ in}$
 Tinggi Total Reaktor = $2 \cdot H_{\text{head}} + H_{\text{shell}} = 1,94749 \text{ m}$

9. Menghitung Dimensi Pengaduk

Jenis pengaduk yang digunakan adalah flat six blade turbine, impeller jenis ini digunakan pada kecepatan tinggi pada cairan yang mempunyai viskositas sedang dan tidak terlalu kental.

$$Dt = 1,3716 \text{ m}$$

$$\text{Diameter Propeller (Da)} = Dt/3 = 0,4572 \text{ m}$$

$$\text{Panjang Propeller dari Dasar (E)} = Dt/3 = 0,4572 \text{ m}$$

$$\text{Lebar Propeller (L)} = Da/4 = 0,1143 \text{ m}$$

$$\text{Lebar Baffle (L)} = Dt/12 = 0,1143 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi Propeller (W)} = Da/5 = 0,09144 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi Cairan (H)} = 1,09393 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah Baffle} = 4 \text{ buah}$$

Jumlah Pengaduk = 1 buah

10. Menghitung *Power* Pengaduk

Menghitung Kecepatan Putaran Pengaduk :

a. *Specific Gravity*

$$sg = \frac{\rho_{fluida}}{\rho_{air}}$$

$$sg = 1,1435$$

$$WELH = 1,2431 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah putaran (N)} = 125 \text{ rpm} = 2,083 \text{ rps.}$$

b. Menghitung *Power* Pengaduk :

$$Pa = \frac{Np \times \rho \times Ni^3 \times Di^5}{gc}$$

$$\text{Power Number (Np)} = 9$$

$$\rho = 1141,419 \text{ kg/m}^3 = \text{g/cm}^3$$

$$Ni = 2,083 \text{ rps}$$

$$Di = 0,4572 \text{ m}$$

$$gc = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$Pa = 2,55 \text{ Hp}$$

$$P = \text{Efisiensi} \times Pa$$

$$P = 80\% \times Pa$$

$$P = 3,11 \text{ Hp}$$

$$P \text{ Standar} = 5 \text{ Hp}$$

11. Coil N-01

Neraca Panas Total Netralizer

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Q in	654340,4522	
Q out		2459840,1233
Air Pendingin		-1805499,6711
Total	654340,4522	654340,4522

Kebutuhan pendingin yang digunakan berupa *water*

$$T1 = 25^{\circ}\text{C} = 77^{\circ}\text{F} = 298,15 \text{ K}$$

$$T2 = 45^{\circ}\text{C} = 113^{\circ}\text{F} = 318,15 \text{ K}$$

a. Sifat fisis air

$$C_p \text{ (Kapasitas Panas Larutan)} = 486,101 \text{ kJ/kg}$$

$$\rho \text{ (Densitas)} = 1018,27056 \text{ kg/m}^3 = 63,54008 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu \text{ (Viskositas)} = 0,7 \text{ cP}$$

$$k \text{ (Konduktivitas)} = 2,7352 \text{ Btu/jam.ft. } ^{\circ}\text{F}$$

b. Kebutuhan air pendingin

$$m = \frac{Q}{C_p \Delta T}$$

$$m = 11.574 \text{ kg/jam}$$

c. Menghitung ΔT_{LMTD}

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{\ln \left(\frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right)}$$

$$\Delta T_{LMTD} = 22,368 \text{ F}$$

Berdasarkan Tabel 8 Hal. 840, Kern, nilai UD untuk fluida panas heavy organic dan fluida dingin Water adalah 5 sampai 75 Btu/hr.ft².F. Digunakan nilai Ud Sebesar 75 Btu/hr.ft².F.

d. *Heat Transfer Area*

$$A = \frac{Q}{U_D \times \Delta T_{LMTD}}$$

$$A = 831,863 \text{ ft}^2$$

e. Memilih Diameter Koil

Digunakan pipa standar dari Tabel 11, Kern.

Nominal pipe : 2 in

OD : 2,380 in = 0,198 ft

ID : 2,067 in = 0,172 ft

Shedule : 40

f. Menghitung Hi

$$h_i = j_H \cdot \frac{k}{D_e} \left(\frac{c_p \cdot \mu}{k} \right)^{1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0,14}$$

Diketahui :

k (thermal conductivity) = 1,7352 btu/ft.jam F

Cp (Heat Capacity) = 115.842,1785 btu/lb.F

μ (viskositas) = 1,7738 lb/ft.jam

De (ID koil) = 0,172 ft

j_H (grafik 24,Kern page 834) = 300

Sehingga :

Hi = 148408,2019 btu/ft².jam.F

g. Menghitung h_{io}

$$h_{io} = h_i \frac{ID}{OD}$$

$$h_{io} = 128.890,6527 \frac{Btu}{ft^2} \cdot jam \cdot F$$

h. Menghitung h_o

$$h_o = j_H \cdot \frac{k}{D_e} \left(\frac{c_p \cdot \mu}{k} \right)^{1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0,14}$$

$$h_o = 160.838,7512 \frac{Btu}{jam} \cdot ft^2 F$$

i. Menghitung U_c

$$U_c = \frac{h_o \times h_{io \text{ koil}}}{h_o + h_{io \text{ koil}}}$$

$$U_c = 77.511,183 \frac{btu}{jam} \cdot ft^2 F$$

j. Menghitung U_d

$$U_d = \frac{H_d \times U_c}{H_d - U_c}$$

$$H_d = 1/R_d$$

$$= 1000 \text{ btu/jam} \cdot ft^2 \cdot F$$

$$U_d = 987,2639 \text{ btu/jam} \cdot ft^2 \cdot F$$

k. Menghitung R_d

$$R_d = \frac{U_c - U_D}{U_c \cdot U_D}$$

$$R_d = 0,001$$

l. Menghitung Luas Bidang Transfer (A)

$$A = \frac{Q \text{ total}}{U_d \times \Delta T \text{ LMTD}}$$

$$A = 66,6118 \text{ ft}^2$$

- m. Menghitung Panjang Koil (L_c)

$$L_c = \frac{A}{a''}$$

$$L_c = 107,093 \text{ ft} = 32,6419 \text{ m}$$

- n. Menghitung Jumlah Lengkung

$$A_c = \sqrt{ID^2 + x^2}$$

$$A_c = 41,754 \text{ in}$$

$$K \text{ lilitan} = \frac{1}{2}\pi(D_c) + \frac{1}{2}\pi((D_c^2 + x^2)^{1/2})$$

$$K \text{ lilitan} = 10,9235 \text{ ft}$$

$$= 131,0824 \text{ in}$$

- o. Menghitung Banyaknya Lilitan

$$N \text{ lilitan} = L \text{ pipa koil} / K \text{ lilitan}$$

$$N \text{ lilitan} = \frac{107,093 \text{ ft}^2}{10,9235 \text{ ft}}$$

$$N \text{ lilitan} = 10 \text{ lilitan}$$

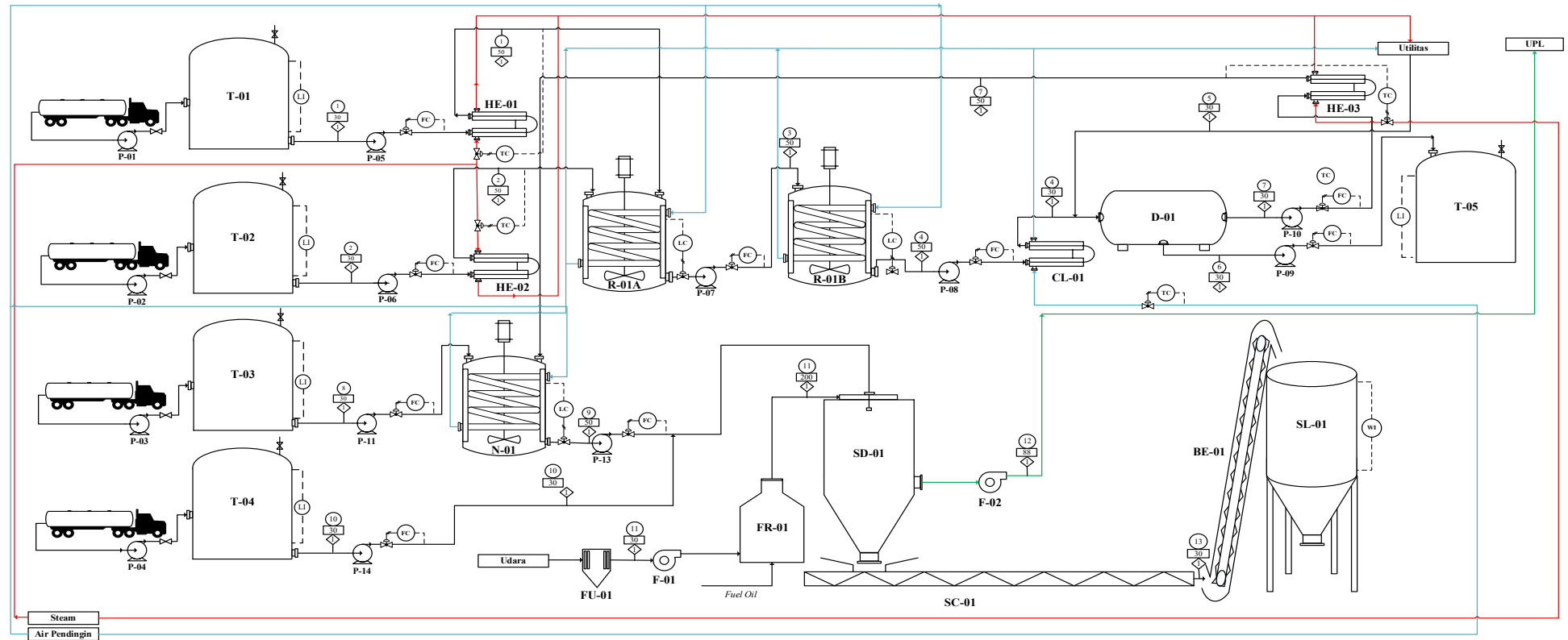
- p. Menghitung Volume Koil

$$V_c = \frac{1}{4}\pi \times OD^2 \times L_c$$

$$V_c = 0,3746 \text{ m}^3$$

LAMPIRAN 3
PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRARANCANGAN PABRIK SODIUM DODEKILBENZEN SULFONAT DARI DODEKILBENZEN DAN OLEUM
DENGAN KAPASITAS 81.000 TON/TAHUN



Komponen	Nomor Arus (kg/jam)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
C ₆ H ₅ .C ₁₂ H ₂₅	7.131,54		285,26	11,41			11,41		11,41			3,42	7,99
C ₉ H ₁₀	28,53		28,53				28,53		28,53			28,53	
H ₂ SO ₄ .SO ₃		6.450,28	1.496,46	1.298,31									
C ₆ H ₅ .C ₁₂ H ₂₅ .SO ₃			9.072,71	9.435,62			9.435,62		94,36				
H ₂ SO ₄			2.727,38	2.836,47		4.266,08							
H ₂ O					212,04			1.157,74	1.673,52			1.569,61	108,78
NaOH								1.157,74	11,577				
C ₆ H ₅ .C ₁₂ H ₂₅ .SO ₃ Na									9.971,65				10.072,38
Na ₂ P ₂ O ₁₀										100,72			100,72
Udara											327.011,31	327.011,31	
Jumlah	7.160,07	6.450,28	13.610,34	13.610,34	212,04	4.346,83	9.475,56	2.315,49	11.791,04	100,72	327.011,31	240.680,22	10.290,21

ALAT	KETERANGAN
T	Tangki Penyimpanan
SL	Silo
R	Reaktor
D	Dekanter
SD	Spray Dryer
HE	Heater
CL	Cooler
FR	Furnace
SC	Screw Conveyor
BE	Bucket Elevator
P	Pompa
FU	Filter Udara
F	Fan

SYMBOL	KETERANGAN
(W)	Weight Indicator
(T)	Temperature Controller
(L)	Level Controller
(F)	Flow Controller
(LI)	Level Indicator
(G)	Gate Valve
(V)	Globe Valve
(N)	Nomor Arus
(C)	Subst. °C
(A)	Tekanan, atm
(P)	Sinyal Pneumatic
(E)	Sinyal Listrik
(S)	Pipa
(U)	Steam
(A)	Air Pendingin



PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
 FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 YOGYAKARTA

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
 PABRIK SODIUM DODEKILBENZEN SULFONAT
 DARI DODEKILBENZEN DAN OLEUM 20%
 DENGAN KAPASITAS 81.000 TON/TAHUN

Disusun oleh :
 1. ANISA NURFITRIANI (19521157)
 2. SISKHA OKTAVANI (19521167)

Dosen Pembimbing :
 Dr. KHAMDAN CAHYARI, S.T., M.Sc.

LAMPIRAN 4

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

PABRIK

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Siska Oktavani
No. MHS : 19521167
2. Nama Mahasiswa : Anisa Nurfitriani
No. MHS : 19521157

Judul Prarancangan *) :
Prarancangan Pabrik Sodium Dodekilsulfat dan
Dodekilsulfat dan oleum 20% Kapasitas 8.000 Ton/Tahun

Mulai Masa Bimbingan : 10 Oktober 2022

Batas Akhir Bimbingan : 8 April 2023

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	27 Oktober 2022	Diskusi mengenai judul dan data-data kapasitas pabrik	JP
2.	16 November 2022	Diskusi penentuan kapasitas pabrik	JP
3.	14 Desember 2022	Diskusi mengenai ukuran tahap 2 dan 3	JP
4.	15 Januari 2023	Diskusi terkait kinetika dan spesifikasi produk	JP
5.	29 Maret 2023	Diskusi mengenai penentuan alat besar	JP
6.	31 Maret 2023	Diskusi mengenai Neraca Massa	JP
7.	5 April 2023	Diskusi mengenai sumber terkait alat besar dan neraca massa	JP

Disetujui Draft Penulisan:
Yogyakarta, 8 April 2023
Pembimbing,


Dr. Khamdan Cahyari, S.T., M.Sc.

- *) Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok
- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
 - Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Siska Oktavani
No. MHS : 19521167
2. Nama Mahasiswa : Anisa Nurfitriani
No. MHS : 19521157

Judul Prarancangan *) :

PRARANCANGAN PABRIK SODIUM DODEKIL BENZEN
SULFONAT DARI DODEKIL BENZEN DAN OLEUM
KAPASITAS 81.000 TON / TAHUN

Mulai Masa Bimbingan : 09 April 2023

Batas Akhir Bimbingan : 06 Oktober 2023

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	13 Juni 2023	Diskusi terkait Perhitungan Reaktor	JK
2.	11 Juli 2023	Diskusi mengenai Perhitungan Alat Besar	JK
3.	14 Juli 2023	Diskusi terkait Alat kecil & Transportasi	JK
4.	20 Juli 2023	Diskusi terkait Bab 4 (Tata letak & lokasi)	JK
5.	01 Agustus 2023	Diskusi mengenai PFD	JK
6.	10 Agustus 2023	Diskusi mengenai Tata Letak Bangunan Pabrik	JK
7.	22 Agustus 2023	Diskusi mengenai Utilitas	JK
8.	24 Agustus 2023	Diskusi mengenai Evaluasi Ekonomi	JK
9.	06 Sept 2023	Diskusi mengenai Naskah	JK

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 6 September 2023

Pembimbing,



Dr. Khamdan Cahyari, S.T., M.Sc.

*) Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy