

PRA RENCANA
PABRIK PEMBUATAN PRECIPITATED SILICA
KAPASITAS 30.000 TON PER TAHUN



SKRIPSI

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mengikuti Ujian Sarjana
pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh

MIA DAMAYANTI	03031181722069
NADYA KANTANA SINUKA	03031281722037

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN PRECIPITATED SILICA KAPASITAS 30.000 TAHUN PER TAHUN

SKRIPSI

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

Oleh:

**MIA DAMAYANTI 03031181722069
NADYA KANTANA SINUKA 03031281722037**

Palembang, Januari 2022

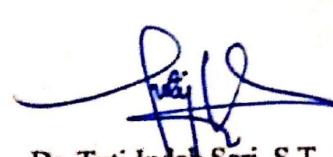
Dosen Pembimbing,



Bazlina Dawami Afrah, S.T., M.T., M.Eng.

NIDN. 0027019001

Mengetahui,


Wetua Jurusan Teknik Kimia,

Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M.T.

NIP. 197502012000122001

LEMBAR PERBAIKAN

Dengan ini menyatakan bahwa:

MIA DAMAYANTI 03031181722069

NADYA KANTANA SINUKA 03031281722037

Judul :

PRA RENCANA PABRIK PEMRUATAN PRECIPITATED SILICA KAPASITAS 30.000 TON PER TAHUN”

Mahasiswa tersebut telah menyelesaikan tugas perbaikan yang diberikan pada sidang sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada hari Kamis, tanggal 16 Desember 2021 oleh Dosen Pengaji :

1. Prof. Dr. Ir. Muhammad Said, M.Sc

NIP. 196108121987031003

()

2. Dr. Leily Nurul Komariah, S.T., M.T.

NIP. 197503261999032002



3. Enggal Nurisman, S.T., M.T., IPM

NIP. 198106022008011010

()

Palembang, Januari 2022

Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir,



Bazlina Dawami Afrah, S.T., M.T., M.Eng.

NIDN. 0027019001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan Judul "Pra Rencana Pabrik Pembuatan *Precipitated Silica* Kapasitas 30.000 Ton Per Tahun" telah dipertahankan Mia Damayanti dan Nadya Kantana Sinuka di hadapan Tim Pengaji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 16 Desember 2021.

Pelembang, Januari 2022

Tim Pengaji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

1. Prof. Dr. Ir. Muhammad Said, M.Sc
NIP. 196108121987031003



2. Dr. Leily Nurul Komariah, S.T., M.T.
NIP. 197503261999032002



3. Enggal Nurisman, S.T., M.T., IPM
NIP. 198106022008011010



Mengetahui,

 Ketua Jurusan Teknik Kimia


Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M.T.
NIP. 197502012000122001

Januari 2022

Dosen Pembimbing


Bazlina Dawami Afrah, S.T., M.T., M.Eng.
NIDN. 0027019001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Mia Damayanti
NIM : 03031181722069
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan *Precipitated Silica*
Kapasitas 30.000 Ton Per Tahun
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama Nadya Kantana Sinuka didampingi oleh Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Januari 2022



Mia Damayanti
NIM. 03031181722069



HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nadya Kantana Sinuka
NIM : 03031281722037
Judul Tugas Akhir : Pra Rancangan Pabrik Pembuatan *Precipitated Silica*
Kapasitas 30.000 Ton Per Tahun
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama Mia Damayanti didampingi oleh Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Januari 2022



Nadya Kantana Sinuka
NIM. 03031281722037



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya laporan tugas akhir yang berjudul “Pra Rencana Pabrik Pembuatan *Precipitated Silica* Kapasitas 30.000 Ton Per Tahun” dapat diselesaikan. Penulisan tugas akhir ini dilakukan sebagai syarat untuk menyelesaikan kurikulum akademik yang ada di Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya. Kesempatan ini kami gunakan untuk menyampaikan ucapan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu, membimbing, dan mempermudah jalur administrasi selama perkuliahan dan pembuatan laporan tugas akhir, yaitu:

- 1) Ibu Dr. Tuti Indah Sari S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
- 2) Ibu Dr. Fitri Hadiyah S.T., M.T., selaku Sekertaris Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- 3) Ibu Bazlina Dawami Afrah, S.T., M.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
- 4) Bapak/Ibu Dosen dan para staff administrasi Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- 5) Orang tua dan teman-teman yang telah memberikan motivasi, saran, doa, serta dukungan yang terbaik.

Penulisan laporan ini disadari masih jauh dari kata sempurna, untuk itu dimohon kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan laporan di masa yang akan datang. Penulis berharap tugas akhir ini dapat memberikan gambaran mengenai perancangan pabrik, serta dapat dijadikan sebagai referensi ilmu pengetahuan.

Palembang, Desember 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERBAIKAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
ABSTRAK	xviii
BAB I PEMBAHASAN UMUM	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Sejarah dan Perkembangan	2
1.3. Macam-macam Proses Pembuatan.....	4
1.3.1. Proses Kering	4
1.3.2. Proses Basah	4
1.4. Sifat Fisika dan Kimia	5
1.4.1. Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku	5
1.4.2. Sifat Fisika dan Kimia Produk	6
BAB II PERENCANAAN PABRIK	8
2.1. Alasan Pendirian Pabrik	8
2.2. Penentuan Kapasitas.....	9
2.3. Pemilihan Bahan Baku.....	10
2.4. Pemilihan Proses	10
2.5. Uraian Proses	12
2.5.1. Tahap Penyiapan Bahan Baku	12
2.5.2. Tahap Pembentukan Produk	13
2.5.3. Tahap Pemurnian Produk.....	13

BAB III LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK	17
3.1. Lokasi Pabrik	17
3.1.1. Ketersediaan Bahan Baku	18
3.1.2. Transportasi dan Pemasaran	18
3.1.3. Ketersediaan Utilitas	19
3.1.4. Ketersediaan Tenaga Kerja	19
3.1.5. Kondisi Geografi dan Iklim	19
3.2. Tata Letak Pabrik	21
3.3. Perkiraan Luas Tanah	22
BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS	24
4.1. Neraca Massa	24
4.1.1. Neraca Massa Dilution Tank – 01 (DT – 01)	24
4.1.2. Neraca Massa Dilution Tank – 02 (DT – 02).....	24
4.1.3. Neraca Massa Mixing Point – 01 (MP – 01)	25
4.1.4. Neraca Massa Reaktor – 01 (R – 01)	25
4.1.5. Neraca Massa Filter Press -01 (FP - 01)	25
4.1.6. Neraca Massa Centrifuge – 01 (CF – 01).....	26
4.1.7. Neraca Massa Colloid Mill – 01 (CM – 01)	26
4.1.8. Neraca Massa Rotary Dryer – 01 (RD – 01).....	27
4.1.9. Neraca Massa Rotary Cooler – 01 (RC – 01)	27
4.1.10. Neraca Massa Vibrating Screen – 01 (VS - 01).....	28
4.1.11. Neraca Massa Mixing Point – 02 (MP – 01)	28
4.1.12. Neraca Massa Nanomembrane Filter – 01 (NF – 01)	28
4.1.13. Neraca Massa Evaporator – 01 (EV – 01)	29
4.1.14. Neraca Massa TEE – 01 (TEE – 01).....	29
4.1.15. Neraca Massa TEE – 02 (TEE – 02).....	29
4.1.16. Neraca Massa TEE – 03 (TEE – 03).....	29
4.1.17. Neraca Massa TEE – 04 (TEE – 04).....	30
4.1.18. Neraca Massa TEE – 05 (TEE – 05).....	30
4.2. Neraca Panas	30
4.2.1. Neraca Panas TEE – 01 (TEE – 01).....	30
4.2.2. Neraca Panas TEE – 02 (TEE – 02).....	30

4.2.3.	Neraca Panas TEE – 03 (TEE – 03).....	31
4.2.4.	Neraca Panas Dilution Tank – 01 (DT – 01).....	31
4.2.5.	Neraca Panas Dilution Tank – 02 (DT – 02).....	31
4.2.6.	Neraca Panas Mixing Point – 01 (MP – 01)	31
4.2.7.	Neraca Panas Heater – 01 (H – 01).....	32
4.2.8.	Neraca Panas Reaktor – 01 (R – 01)	32
4.2.9.	Neraca Panas Chiller – 01 (CH – 01).....	32
4.2.10.	Neraca Panas Filter Press – 01 (FP – 01).....	32
4.2.11.	Neraca Panas Centrifuge – 01 (CF – 01)	33
4.2.12.	Neraca Panas Colloid Mill – 01 (CM – 01)	33
4.2.13.	Neraca Panas Blower – 01 (BL – 01).....	33
4.2.14.	Neraca Panas TEE – 05 (TEE – 05).....	33
4.2.15.	Neraca Panas Heater – 03 (H – 03).....	34
4.2.16.	Neraca Panas Rotary Dryer – 01 (RD – 01).....	34
4.2.17.	Neraca Panas Chiller – 03 (CH – 03).....	34
4.2.18.	Neraca Panas Rotary Cooler – 01 (RC – 01)	34
4.2.19.	Neraca Panas Mixing Point – 02 (MP – 02)	35
4.2.20.	Neraca Panas Nanomembrane Filter – 01 (NF – 01)).....	35
4.2.21.	Neraca Panas Heater – 02 (H – 02).....	35
4.2.22.	Neraca Panas Evaporator – 01 (EV – 01)	35
4.2.23.	Neraca Panas Cooler – 01 (C – 01).....	36
4.2.24.	Neraca Panas Condenser – 01 (CD – 01).....	36
4.2.25.	Neraca Panas Chiller – 02 (CH – 02).....	36
4.2.26.	Neraca Panas TEE – 04 (TEE – 04).....	36
BAB V UTILITAS	37
5.1.	Unit Pengadaan Air	37
5.1.1.	Air Pendingin	37
5.1.2.	Air Umpam Boiler.....	39
5.1.3.	Air Proses	39
5.1.4.	Air Domestik.....	40
5.1.5.	Total Kebutuhan Air	41
5.2.	Unit Pengadaan Refrigeran	41

5.3. Unit Pengadaan Steam	42
5.3.1. Steam Pemanas.....	42
5.3.2. Steam Penggerak Turbin	42
5.3.3. Total Kebutuhan Steam.....	43
5.4. Unit Pengadaan Listrik	43
5.4.1. Listrik untuk Peralatan	43
5.4.2. Listrik untuk Penerangan	44
5.4.3. Total Kebutuhan Listrik	45
5.5. Unit Pengadaan Bahan Bakar	46
5.5.1. Bahan bakar Boiler	46
5.5.2. Bahan bakar keperluan generator.....	48
5.5.3. Total Kebutuhan Bahan Bakar	48
BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN	49
6.1. Tangki – 01 (T – 01)	49
6.2. Tangki – 02 (T – 02)	50
6.3. Tangki – 03 (T – 03)	51
6.4. Tangki – 04 (T – 04)	52
6.5. Tangki – 05 (T – 05)	53
6.6. Dilution Tank – 01 (DT – 01)	54
6.7. Dilution Tank – 02 (DT – 02)	55
6.8. Pompa – 01 (P – 01)	56
6.9. Pompa – 02 (P – 02)	57
6.10. Pompa – 03 (P – 03)	58
6.11. Pompa – 04 (P – 04)	59
6.12. Pompa – 05 (P – 05)	60
6.13. Pompa – 06 (P – 06)	61
6.14. Pompa – 07 (P – 07)	62
6.15. Pompa – 08 (P – 08)	63
6.16. Pompa – 09 (P – 09).....	64
6.17. Pompa – 10 (P – 10).....	65
6.18. Pompa – 11 (P – 11).....	66
6.19. Reaktor – 01 (R – 01).....	67

6.20. Filter Press – 01 (FP – 01).....	68
6.21. Centrifuge – 01 (CF – 01)	69
6.22. Nanomembrane Filter – 01 (NF – 01).....	70
6.23. Evaporator – 01 (EV – 02)	71
6.24. Condenser – 01 (CD – 03)	73
6.25. Heater – 01 (H – 01).....	74
6.26. Heater – 02 (H – 02).....	75
6.27. Heater – 03 (H – 03).....	76
6.28. Chiller – 01 (CH – 01)	77
6.29. Chiller – 02 (CH – 02)	78
6.30. Chiller – 03 (CH – 03)	79
6.31. Cooler – 01 (C – 01)	80
6.32. Colloid Mill – 01 (CM – 01)	81
6.33. Blower – 01 (BL – 02)	82
6.34. Rotary Dryer – 01 (RD – 01)	83
6.35. Rotary Cooler – 01 (RC – 01)	84
6.36. Screw Conveyor – 01 (SC – 01)	85
6.37. Screw Conveyor – 02 (SC – 02)	86
6.38. Screw Conveyor – 03 (SC – 03)	87
6.39. Belt Conveyor – 01 (BC – 01)	88
6.40. Belt Conveyor – 02 (BC – 02)	89
6.41. Bucket Elevator – 01 (BE – 01)	90
6.42. Bucket Elevator – 02 (BE – 02)	91
6.43. Vibrating Screen – 01 (VS – 01).....	92
6.44. Silo Tank – 01 (ST – 01).....	93
BAB VII ORGANISASI PERUSAHAAN	94
7.1. Bentuk Perusahaan	94
7.1.1. Organisasi Lini	94
7.1.2. Organisasi Fungsional	95
7.1.3. Organisasi Lini dan Staf	95
7.2. Manajemen dan Struktur Organisasi Perusahaan.....	96
7.3. Tugas dan Wewenang	97

7.3.1. Dewan Komisaris	97
7.3.2. Direktur Utama.....	97
7.3.3. Direktur Teknik dan Produksi	98
7.3.4. Direktur Keuangan dan Pemasaran	99
7.3.5. Direktur Personalia.....	100
7.3.6. <i>Supervisor</i>	101
7.3.7. Staf	101
7.4. Kepegawaian	101
7.4.1. Peraturan Pekerjaan.....	101
7.4.2. Waktu Kerja	102
7.5. Penentuan Jumlah Karyawan	103
7.5.1. <i>Direct Operating Labor</i>	103
7.5.2. <i>Indirect Operating Labor</i>	105
BAB VIII ANALISA EKONOMI	109
8.1. Profitabilitas (Keuntungan)	109
8.1.1. Total Penjualan Produk	109
8.1.2. Perhitungan <i>Annual Cash Flow</i>	109
8.2. Lama Waktu Pengembalian Pinjaman	109
8.2.1. Perhitungan Depresiasi.....	110
8.2.2. Lama Pengangsuran Pengembalian Pinjaman	110
8.2.3. <i>Pay Out Time</i> (POT)	111
8.3. Total Modal Akhir	111
8.3.1. <i>Net Profit Over Total Life of Project</i> (NPOTLP)	111
8.3.2. <i>Total Capital Sink</i> (TCS)	112
8.4. Laju Pengembalian Modal	112
8.4.1. <i>Rate of Return on Investment</i> (ROR)	112
8.4.2. <i>Discounted Cash Flow Rate of Return</i> (DCF-ROR)	112
8.5. <i>Break Even Point</i> (BEP)	112
8.5.1. Model Matematis	112
8.5.2. Metode Grafis	113
BAB IX KESIMPULAN	116
DAFTAR NOTASI	117

DAFTAR PUSTAKA	124
LAMPIRAN	128

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1. Data Impor <i>Precipitated Silica</i> di Indonesia	9
Tabel 2.2. Perbandingan Proses Pembuatan <i>Precipitated Silica</i>	11
Tabel 5.1. Total Kebutuhan Bahan Penunjang di Unit Utilitas	37
Tabel 5.2. Total Kebutuhan Air	41
Tabel 5.3. Total Kebutuhan Refrigeran.....	41
Tabel 5.4. Kebutuhan <i>Saturated Steam</i> 160 °C.....	42
Tabel 5.5. Kebutuhan <i>Saturated Steam</i> 200 °C.....	42
Tabel 5.6. Total Kebutuhan <i>Steam</i>	43
Tabel 5.7. Kebutuhan Listrik Peralatan.....	43
Tabel 5.8. Total Kebutuhan Bahan Bakar.....	48
Tabel 7.1. Pembagian Waktu Kerja Pekerja <i>Shift</i>	103
Tabel 7.2. Perincian Jumlah Karyawan	105
Tabel 8.1. Total Penjualan Produk.....	109
Tabel 8.2. Rincian Angsuran Pengembalian Pinjaman	110
Tabel 8.3. Kesimpulan Analisa Ekonomi	115

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1. Grafik Data Impor <i>Precipitated Silica</i> pada Tahun 2014-2020	9
Gambar 3.1. Lokasi Pabrik <i>Precipitated Silica</i> di Gresik - Jawa Timur.....	17
Gambar 3.2. Peta Rencana Tata Ruang Kabupaten Gresik.....	20
Gambar 3.3. Perencanaan <i>Layout Area</i> Pabrik <i>Precipitated Silica</i>	22
Gambar 3.4. Perencanaan Tata Letak Peralatan Pabrik <i>Precipitated Silica</i>	23
Gambar 7.1. Jumlah Buruh <i>Direct Operating Labor</i>	104
Gambar 7.2. Struktur Organisasi Perusahaan	108
Gambar 8.1. Grafik <i>Break Even Point</i>	114
Gambar 10.1. <i>Rotary Disk Filter</i>	119
Gambar 10.2. <i>Horizontal Belt Filter</i>	120
Gambar 10.3. <i>Plate and Frame Filter Press</i>	121
Gambar 10.4. <i>Plate and Frame Filter Press</i> : (a) <i>Close Delivery</i> ,(b) <i>Open Delivery</i> ...	122
Gambar 10.5. Proses <i>Filling</i> atau Pengisian oleh <i>Slurry</i>	123
Gambar 10.6. (a) <i>Slurry</i> Masuk Proses <i>Filtration</i> , (b) Proses <i>Opening Cake</i>	124
Gambar 10.7. Aliran Pencucian <i>Cake</i> Di <i>Filter PresS</i>	125
Gambar 10.8. <i>Single Bed</i> (Kiri) dan <i>Multiple Bed</i> (Kanan).....	133
Gambar 10.9. <i>Continous Stirred Tank Reactor</i>	136

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran I. Neraca Massa	128
Lampiran II. Neraca Panas.....	158
Lampiran III. Spesifikasi Peralatan.....	206
Lampiran IV. Analisa Ekonomi	391
Lampiran V. Tugas Khusus	401
Lampiran VI. Paten Utama dan Paten Pendukung.....	437

RINGKASAN

PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN *PRECIPITATED SILICA* KAPASITAS 30.000 TON PER TAHUN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, Desember 2021

Mia Damayanti dan Nadya Kantana Sinuka; Dibimbing oleh Bazlina Dawami Afrah, S.T., M.T., M.Eng.

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xviii + 480 halaman, 15 tabel, 17 gambar, 6 lampiran

ABSTRAK

Pabrik pembuatan *precipitated silica* berkapasitas produksi 30.000 ton/tahun ini direncanakan akan berdiri tahun 2027 di Tenger, Desa Roomo, Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Luas area pabrik diperkirakan sebesar 5,7 Ha. Proses pembuatan *precipitated silica* ini mengacu pada US Patent No. 9938154 B2 dengan menggunakan bahan baku berupa sodium silikat, asam sulfat, dan sodium aluminat. Sodium silikat akan bereaksi dengan asam sulfat di dalam *continuous stirred tank reactor* pada temperatur 92°C menghasilkan *precipitated silica*. Pada tahap pemurnian produk, *precipitated silica* akan mengalami proses liquifikasi atau pelunakan dengan menambahkan larutan sodium aluminat guna meningkatkan kualitas produk.

Pabrik ini merupakan perusahaan yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi *line and staff*, yang dipimpin oleh seorang direktur utama dengan jumlah karyawan 198 orang. Berdasarkan hasil dari analisa ekonomi, maka pabrik pembuatan *precipitated silica* ini dinyatakan layak didirikan karena telah memenuhi berbagai macam persyaratan parameter ekonomi, yaitu sebagai berikut:

- ❖ *Total Capital Investment (TCI)* = US \$ 18.814.278,0865
- ❖ Total Penjualan = US \$ 103.837.500,5019
- ❖ *Total Production Cost (TPC)* = US \$ 88.434.378,9597
- ❖ *Annual Cash Flow* = US \$ 12.321.533,5655
- ❖ *Pay Out Time* = 1,4891 Tahun
- ❖ *Rate Of Return On Investment (ROR)* = 57,3085 %
- ❖ *Break Even Point (BEP)* = 37,5109 %
- ❖ *Service Life* = 11 Tahun

Kata Kunci: *Precipitated Silica, Continuous Stirred Tank Reactor, Perseroan Terbatas*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan dunia industri merupakan bagian dari usaha pembangunan ekonomi jangka panjang yang diarahkan untuk menciptakan struktur ekonomi yang lebih kokoh dan seimbang dari suatu negara. Indonesia sebagai negara berkembang, hingga saat ini telah melakukan berbagai perkembangan guna mempersiapkan diri di dalam era industrialisasi. Salah satu dari fokus negara adalah dengan meningkatkan pembangunan dalam sektor industri, khususnya pada industri di bidang kimia dengan cara melakukan pemenuhan terhadap kebutuhan bahan-bahan kimia yang dapat digunakan dalam berbagai keperluan.

Pada saat ini kebutuhan bahan kimia di Indonesia setiap tahun semakin meningkat, namun seiring meningkatnya jumlah kebutuhan terhadap konsumsi tidak diiringi dengan produksi bahan kimia dalam negeri yang cukup. Indonesia masih harus melakukan impor dari negara-negara produsen yang sudah maju dalam memenuhi kebutuhan bahan kimia. Nilai impor tersebut akan terus meningkat setiap tahunnya apabila masalah ini tidak segera diatasi. Upaya penanggulangan yang dilakukan adalah dengan mendirikan pabrik kimia. Salah satu industri kimia di Indonesia yang sampai saat ini masih belum mencukupi kebutuhan konsumsi dalam negeri adalah industri dengan produk *precipitated silica*.

Precipitated silica merupakan salah satu produk kimia yang berpotensi untuk dikembangkan dan mampu memberikan peluang yang cukup baik bagi negara. *Precipitated silica* memiliki kegunaan yang cukup luas dimana secara umum sebagai bahan penguat pada produk-produk elastis seperti sol sepatu, karet (sepatu olah raga, ban, *Mechanical Rubber Good*, dan lain-lain). *Precipitated silica* juga dapat digunakan sebagai komponen-komponen kawat dan kabel, bahan baku atau bahan tambahan pada industri kosmetik, makanan atau minuman, industri keramik dan farmasi serta sebagai *cleaning agent* pada pasta gigi (Ullman, 2005).

Angka kebutuhan *precipitated silica* di Indonesia tergolong tinggi, namun kebutuhannya di dalam negeri selama ini masih belum mampu terpenuhi dengan baik. Ketidakmampuan produsen dalam melakukan pemenuhan semua permintaan mengakibatkan ketergantungan terhadap impor dari negara-negara lain, sehingga

mengakibatkan terjadinya peningkatan nilai impor. Kebutuhan akan senyawa *precipitated silica* di Indonesia pada umumnya dipenuhi dengan cara mengimpor dari negara-negara tetangga seperti Jepang, China, Korea, India, dan Taiwan. Diperkirakan kebutuhan terhadap produk *precipitated silica* di Indonesia akan terus meningkat seiring dengan banyaknya industri maupun pihak-pihak yang memerlukan kegunaannya. Berdasarkan fakta tersebut, maka perlu dilakukannya pembangunan pabrik *precipitated silica* di dalam negeri yang berkelanjutan.

Melalui pendirian pabrik *precipitated silica* ini, diharapkan dapat memenuhi kebutuhan *precipitated silica* dan mengurangi impor negara, serta membangun potensi bagi Indonesia untuk menjadi eksportir di dalam sektor ini. Selain itu juga, diharapkan dapat membantu negara dalam memperluas lapangan pekerjaan guna menyerap tenaga kerja dan mengurangi angka pengangguran yang masih tinggi.

1.2. Sejarah dan Perkembangan

Silika atau *silicon dioxide* (SiO_2) diketahui sudah ada sejak bumi terbentuk dengan wujud berupa pasir silika. Bentuk-bentuk dari kehidupan paling awal mengandung kerangka yang berasal dari silikon dioksida, termasuk juga tumbuhan prasejarah yang menggunakan sebagai struktur pendukung. Jons Berzelius (1779-1848) pertama kali “menemukan” silika pada tahun 1824 saat melakukan penelitiannya dengan cara memanaskan keping kalium dalam wadah silika dan kemudian dengan hati-hati membersihkan sisa produk samping. Jons Berzelius, seorang ahli kimia asal negara Swedia, terkenal sebagai kimiawan jenius yang mengembangkan konsep ion dan senyawa ionik (Takeuchi. 2006).

Penggunaan awal dari produk silika ini yakni dalam bentuk pasir untuk memperkuat bangunan berupa beton serta kristal kuarsa guna membuat perhiasan oleh orang-orang Romawi kuno. Sekitar pada waktu yang sama, Biksu Hindu menggunakan pasir silika untuk menggambar pola sebagai bagian dari ritual keagamaan. Silika pada zaman dahulu juga digunakan oleh orang-orang Venesia di Italia dalam pembuatan kaca serta untuk proses penyempurnaan seni *glass blowing*. Tradisi tersebut masih terus berlanjut dan diterapkan hingga saat ini.

Silika biasanya diperoleh melalui proses penambangan yang dimulai dari menambang pasir kuarsa sebagai bahan baku. Pasir kuarsa tersebut kemudian akan melalui serangkaian proses sehingga diperoleh pasir dengan kadar silika

yang berukuran lebih besar tergantung pada keadaan kuarsa tempat penambangan. Pasir inilah yang kemudian dikenal dengan pasir silika atau silika dengan kadar tertentu. Silika biasanya dimanfaatkan untuk berbagai keperluan dengan berbagai ukuran tergantung dengan aplikasi yang dibutuhkan (Kirk dan Othmer. 1981).

Saat ini dengan perkembangan teknologi yang cukup pesat, aplikasi dari penggunaan silika pada industri semakin meningkat terutama dalam penggunaan silika pada ukuran partikel yang lebih kecil dan halus sampai skala mikron atau bahkan nanosilika. Kondisi ukuran partikel bahan baku yang diperkecil membuat produk silika memiliki sifat berbeda-beda yang dapat meningkatkan kualitas. Banyaknya manfaat yang dapat diperoleh dari penggunaan senyawa ini telah menyebabkan semakin berkembangnya pembangunan pabrik pembuatan produk *precipitated silica*, tak terkecuali di negara Indonesia. Indonesia sendiri diketahui memiliki beberapa pabrik yang secara khusus memproduksi *precipitated silica*. Pabrik yang diketahui masih terus beroperasi dan mengalami perkembangan dari awal produksi adalah PT. Darisa Intimitra yang berlokasi di Tangerang, Banten.

Industri *precipitated silica* di Indonesia dikenal berkembang dengan cukup baik. Namun, akibat dari krisis ekonomi pada pertengahan tahun 1997 lalu, industri *precipitated silica* sempat mengalami stagnansi bahkan kemunduran. Keadaan ini diperburuk oleh adanya impor produk sejenis yang dipasarkan dengan harga yang lebih murah. Hal tersebut menyebabkan salah satu produsen *precipitated silica* di Indonesia terpaksa menghentikan operasinya, meskipun apabila dilihat dari permintaan dalam negeri saat itu masih cukup besar bahkan meningkat. Produsen tersebut adalah PT. Tensindo Sejati (PT. TS) yang berlokasi di Semarang Jawa Tengah dengan kapasitas produksi sebesar 6000 ton per tahun.

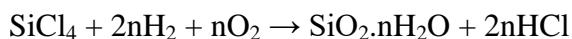
PT. Tensindo Sejati memulai produksi pada tahun 1991 yang didirikan dalam rangka Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN). Krisis ekonomi negara telah menyebabkan penjualan salah satu produksi *precipitated silica* (Tensi 92OP) dari PT. Tensindo Sejati turun tajam. Kenyataan tersebut menyebabkan PT. Tensindo Sejati tidak lagi memproduksi *precipitated silica* jenis 902P sejak tahun 2000. Pada tahun 2008-2009, pabrik tersebut diketahui terjerat masalah hutang dan penjanjian kredit dengan total yang cukup besar karena kurangnya perencanaan *management* yang baik, sehingga Direktori Mahkamah Agung RI memutuskan agar PT. Tensindo Sejati sudah tidak memungkinkan lagi beroperasi secara total.

1.3. Macam-macam Proses Pembuatan *Precipitated Silica*

Terdapat 2 macam proses dalam proses pembuatan *precipitated silica* yang digunakan di industri, yaitu dibedakan berdasarkan penggunaan bahan baku dan kondisi reaksi. Proses-proses tersebut adalah sebagai berikut:

1.3.1. Proses Kering

Precipitated silica diperoleh melalui reaksi antara silikon tetraklorida dan hidrogen. Proses ini dilakukan dengan cara menguapkan SiCl_4 dan didekomposisi dengan hidrogen sehingga membentuk produk *silica acid* yang berbentuk bubuk dengan konversi mencapai >99 %. Reaksi pembentukan dari produk *precipitated silica* adalah sebagai berikut :



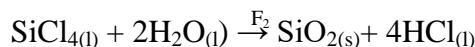
Pada proses ini, kondisi setelah pencucian produk yakni berupa gel, sehingga diperlukan pemanasan dengan suhu yang cukup tinggi. Suhu yang digunakan pada proses ini berkisar antara suhu 1800-2000°C.

1.3.2. Proses Basah

Proses basah dari pembentukan produk *precipitated silica* dibagi lagi menjadi 3 macam dimana menggunakan kondisi operasi yang cenderung lebih rendah dibandingkan proses kering. Poses-proses tersebut adalah sebagai berikut :

a) Hidrolisis SiCl_4 dengan adanya *fluoride*

Proses hidrolisis SiCl_4 ini berlangsung pada temperatur 60°C. *fluoride* disini berperan sebagai katalis yang dapat membantu dalam proses pembentukan *precipitated silica*. Hidrolisis secara langsung akan selalu mengarah pada terbentuknya produk berupa gel sehingga dapat menyulitkan saat proses pemisahan hasil tanpa adanya perlakuan khusus. Reaksi yang terjadi yaitu sebagai berikut:

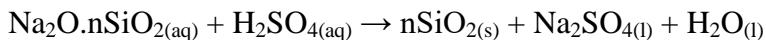


Menurut Ullman (2005), pada umumnya bahan baku berupa silikon tetraklorida atau SiCl_4 mempunyai kemurnian 99%. Kemurnian yang sangat tinggi tersebut akan cenderung menghasilkan produk-produk *precipitated silica* yang mempunyai kadar kemurnian yang tinggi pula.

b) Asidifikasi alkali silikat

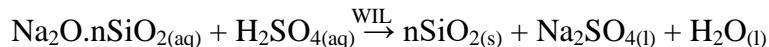
Proses asidifikasi alkali silikat ini berlangsung pada suhu yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan hidrolisis SiCl_4 , yakni 85–100

^oC. Proses ini memiliki berbagai keuntungan. Produk *precipitated silica* yang dihasilkan akan mempunyai ukuran partikel yang seragam. Pembentukan produk berupa gel dapat dihindari dengan dilakukannya pengaturan pengadukan. Keuntungan lainnya dari penggunaan proses ini adalah sangat mudahnya melakukan diversifikasi terhadap produk. Reaksi yang terjadi yaitu sebagai berikut:



c) Asidifikasi alkali silikat dengan menambahkan *Water Immicible Liquid*

Proses asidifikasi alkali silikat ini tentunya sama dengan proses sebelumnya, tetapi dilakukan dengan penambahan *Water Immicible Liquid* (WIL). Reaksi di dalam proses ini berlangsung pada suhu yang lebih rendah, yakni suhu kamar. Produk *precipitated silica* yang dihasilkan melalui proses ini juga cenderung berukuran seragam serta dapat menghindari terjadinya pembentukan gel namun kemurniannya lebih rendah, yakni <50 %. Reaksi yang terjadi yaitu sebagai berikut:



1.4. Sifat-Sifat Fisika dan Kimia

Sifat fisika dan kimia senyawa-senyawa baik bahan baku maupun produk dalam proses pembuatan butil asetat adalah sebagai berikut:

1.4.1. Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku

1) Sodium Silikat

Rumus Molekul	: Na ₂ O · 3,5SiO ₂
Berat Molekul	: 254,27 gram/mol
Densitas	: 2,4 g/cm ³
Kelarutan dalam air (pada 25°C)	: 22,2 g/100 ml
Titik lebur	: 1.088°C
Titik didih	: 140°C
Entropi molar standar	: 113,71 J/mol K
ΔH _f [°] _(l)	: -814,422 kJ/mol
Kapasitas panas (25°C)	: 42,38 kal/mol K
Wujud	: Liquid
Warna	: Tidak Bewarna

2) Asam Sulfat

Rumus Molekul	: H ₂ SO ₄
Berat Molekul	: 98,08 gram/mol
Densitas	: 1,838 g/cm ³
Kelarutan dalam air (pada 25°C)	: <i>Fully miscible</i>
Titik lebur	: 10,49°C
Titik didih	: 338°C
Entropi molar standar	: 157 J/mol K
ΔH _f ^o _(l)	: -241,82 kJ/mol
Kapasitas panas (25°C)	: 33,12 kal/mol K
Wujud	: Liquid
Warna	: Tidak Bewarna

3) Sodium Aluminat

Rumus Molekul	: AlNaO ₂
Berat Molekul	: 81,9706 g/mol
Densitas	: 1,5-2,6 g/cm ³
Kelarutan dalam air (pada 25°C)	: <i>Highly Soluble</i>
Titik lebur	: 1650°C
Titik didih	: 115°C
Entropi molar standar	: 70.4 J/mol K
ΔH _f ^o _(l)	: -1133,2 kJ/mol
Kapasitas panas (25°C)	: 73.6 J/mol K
Wujud	: Padat
Warna	: Putih

1.4.2. Sifat Fisika dan Kimia Produk

1) *Precipitated Silica*

Rumus Molekul	: SiO ₂
Berat Molekul	: 60,1 g/mol
Densitas	: 2,1 g/cm ³
Kelarutan dalam air (pada 25°C)	: 0,12 g/l
Titik lebur	: 1.710°C
Titik didih	: 2.230°C

Entropi molar standar	: 42 J/mol K
ΔH_f°	: -910,70 kJ/mol
Kapasitas panas (25°C)	: 10,7 kal/mol K
Wujud	: Solid
Warna	: Putih

2) Sodium Sulfat

Rumus Molekul	: Na_2SO_4
Berat Molekul	: 142,04 g/mol
Densitas	: 2.66 g/cm ³
Kelarutan dalam air (25°C)	: 18,5 g/l
Titik lebur	: 884°C
Titik didih	: 1.429°C
Entropi molar standar	: 6,32 J/mol K
ΔH_f°	: -1.387,1 kJ/mol
Kapasitas panas (25°C)	: 128.2 J/mol K
Wujud	: Liquid
Warna	: Tidak Bewarna

3) Air

Rumus Molekul	: H_2O
Berat Molekul	: 46,069 g/mol
Densitas	: 998 kg/m ³
Titik lebur	: 0°C
Titik didih	: 100°C
Entropi molar standar	: 41 J/mol K
$\Delta H_f^\circ(\text{l})$: -285.830 kJ/mol
Kapasitas panas (25°C)	: 4.184 J/g K
Wujud	: Liquid
Warna	: Tidak Bewarna

DAFTAR PUSTAKA

- Anonuevo, E. M. C. 2013. *Design of Plate and Frame Filter Press*. (Online). <https://www.scribd.com/document/168651188/Design-of-Plate-and-Frame-Filter-Press>. (Diakses pada Tanggal 22 September 2021).
- Bank Indonesia. 2020. *Suku Bunga Penjaminan*. (Online). <https://www.bi.go.id/id/moneter/suku-bungapenjaminan/Contents/Default.aspx>. (Diakses pada Tanggal 24 Oktober 2021).
- Brown, G. G. 1951. *Unit Operations*. New Delhi: CBS Publishers & Distributors.
- Climate Data Organization. 2020. *Climate Gresik*. (Online). <https://www.climatedata.org>. (Diakses pada 29 Juni 2021).
- Clouin, M., Neveu, S., dan Racinoux, J. 2018. Precipitated Silica Production Process. US Patent No. 9938154 B2.
- Drummond, C., McCann, R., dan Patwardhan, S. V. 2014. A feasibility study of the biologically inspired green manufacturing of precipitated silica. *Chemical Engineering Journal*. Vol. 1(244): 483-492. doi: 10.1016/j.cej.2014.01.071.
- Elma, M. 2016. *Proses Pemisahan Menggunakan Teknologi Membran*. Banjarmasin: Lambung Mangkurat University Press.
- Felder, R. M. dan Rousseau, R. W. 2005. *Elementary Principles of Chemical Engineering 3rd Edition*. New York: John Wiley and Sons.
- Fogler, S. H. 2004. *Element of Chemical Reaction Engineering 3rd Edition*. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- Geankolis, C. J. 2018. *Transport Processes and Unit Operations 5th ed.* USA: Prentice-Hall International, Inc.
- Haynes, W. M. 2012. *Handbook of Chemistry and Physics*. New York: CRC Press.
- Index Mundi. 2020. *Indonesian Liquified Natural Gas Monthly Price – US Dollars per Million Metric British Thermal Unit*. (Online). <https://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=indonesian-liquified-naturalgas&months=60>. (Diakses pada 17 Oktober 2021).
- Ismail, S. 1999. *Alat Industri Kimia*. Inderalaya: Universitas Sriwijaya.

- James, D. K., dan Gerbino, A. J. 2000. Using Process Simulation to Predict Wastewater Treatment Outcomes. *Semiconductor Pure Water and Chemicals Conference*. 1-30.
- Jatimprov.go.id. 2013. *Kabupaten Gresik*. (Online). <http://bappeda.jatimprov.go.id/bappeda/wp-content/uploads/potensi-kab-kota-2013/kab-gresik-2013.pdf>. (Diakses pada 25 Juni 2021).
- Kemenperin RI. 2018. *Kementerian Perindustrian Republik Indonesia: Industri Kimia Ketergantungan Bahan Baku Impor*. (Online). <http://www.kemenperin.go.id/>. (Diakses pada 29 Juni 2021).
- Kementerian PU. 1996. *Kriteria Perencanaan Pengolahan Air*. Jakarta: Direktorat Jendral Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum.
- Kern, D. Q. 1965. *Process Heat Transfer*. New York: McGraw-Hill Book, Co.
- Kirk-Othmer. 2013. *Encyclopedia of Chemical Technology Volume 2 Edisi 4*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Kirk-Othmer. 1983. *Encyclopedia of Chemical Technology Volume 23 Edisi 3*. New York: John Wiley and Sons.
- Kogel, J. E., Trivedi, N. C., Barker, J. M., dan Krukowski, S. T. 2006. *Industrial Minerals & Rocks: Commodities, Markets, and Uses*. USA: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc.
- Levenspiel, O. 1999. *Chemical Reaction Engineering 3rd Edition*. Oregon: John Wiley and Sons.
- Matches Engineering. 2014. *Equipment Cost*. (Online). www.matche.com. (Diakses pada 24 Oktober 2021).
- McCabe, W. L., Smith, J. C., & Harriott, P. 1993. *Unit Operation of Chemical Engineering 5th Edition*. New York: McGraw-Hill.
- Megyesy, E. F. 2001. *Pressure Vessel Handbook 12th Edition*. Oklahoma: University of Tulsa.
- Mulder, M. 1996. *Basic Principles of Membrane Technology*. Netherland : Kluwer Academic Publishers.
- Neveu, S. dan Pinault, A. L. 2020. Process For Preparing Precipitated Silica Comprising A High Compaction Step. US Patent No.10865114 B2.

- Pemerintah Kabupaten Gresik Provinsi Jawa Timur Indonesia. 2016. *Rencana Tata Ruang dan Wilayah Kabupaten Gresik 2010-2030.* (Online). <http://gresikkab.go.id/media/c0e09c4135e6a8d0b126baa6e331dff6.pdf>. (Diakses pada 25 Juni 2021).
- Peraturan Pemerintah No. 26 Tahun 2010. Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional Kabupaten Gresik Tahun 2010-2030.
- Peraturan Daerah No. 5 Tahun 2012. Badan Perencanaan Pembangunan, Penelitian dan Pengembangan Daerah Kabupaten Gresik Tahun 2015.
- Perry, R. H. 1997. *Perry's Chemical Engineers' Handbook 7th Edition.* United States of America. The McGraw Hill Companies.
- Perry, R. H. 1999. *Perry's Chemical Engineers' Handbook 8th Edition.* United States of America. The McGraw Hill Companies.
- Peters, M. S. dan Timmerhaus, K. D. 1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers, Edisi 4.* Singapore: McGraw Hill.
- PT Liku Telaga. *Leading Chemical Manufacturers.* (Online). <https://likutelaga.co.id/>. (Diakses pada 27 Juli 2021).
- Richardson, J. F., Harker, J. H., dan Backhurst, J. Rgr. 2002. *Coulson and Richardson's Chemical Engineering 5th Edition, Volume 2: Particle Technology & Separation Processes.* New York: Butterworth-Heinemann.
- Rushton, A. 1982. *The Selection and Use of Liquid/Solid Separation Equipment.* England: Institute of Chemical Engineers.
- Sinnott, R. K. 2005. *Coulson and Richardson's Chemical Engineering Design 4th Edition, Volume 6.* (Hal. 322: Heat Capacities of the Element). Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann.
- Smith, J. M. 1982. *Chemical Engineering Kinetics 2nd Edition.* New York: McGraw Hill Book Company.
- Smith, J. M., Van Ness, H. C., dan Abbott, M. M. 2001. *Introduction Chemical Engineering Thermodynamics 6th Edition.* Boston: McGraw Hill.
- Sukhyy, K. dkk. 2018. The Study Of Properties Of Composite Adsorptive Materials “Silica Gel –Crystalline Hydrate” For Heat Storage Devices. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.* Vol. 1(91): 1-6. doi: 10.15587/1729-4061.2018.123896.

- Takeuchi, Y. 2006. Pengantar Kimia. Tokyo: Iwanami Shoten.
- The Engineering Toolbox. 2020. *Engineering ToolBox*. (Online). <https://www.engineeringtoolbox.com/>. (Diakses pada 17 Juni 2021).
- Treybal, R. E. 1980. *Mass Transfer Operations 3rd Edition*. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Ullmann, F. 2005. *Encyclopedia of Industrial Chemistry*. New York: John Wiley & Sons.
- Ulrich, G. G. 1984. *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. New York: John Wiley and Sons.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 1995. Tentang Perseroan Terbatas.(Online). <https://www.bphn.go.id/data/documents/95uu001.pdf>. (Diakses pada Tanggal 03 Oktober 2021).
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2003. Tentang Ketenagakerjaan. (Online).http://www.kemenperin.go.id/kompetensi/UU_13_2003.pdf. (Diakses pada Tanggal 05 Oktober 2021).
- Walas, S. M. 1990. *Chemical Process Equipment Selection and Design*. New York: Butterworth-Heinemann.
- Walker, J. D., dan Geissman, J. W. 1991. Geologic Time Scale: Geological Society of America. (Online). <http://www.geosociety.org/science-timescale/timescl.pdf>. (Diakses pada Tanggal 04 Juli 2021).
- Yaws, C. L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. New York: McGraw Hill Education.
- Zueva, S. B., Ferella, F., Taglieri, G., Michelis, I. D., Pugacheva, I., dan Veglio, F. 2020. Zero-Liquid Discharge Treatment of Wastewater from a Fertilizer Factory. *Sustainability*. Vol. 12(397): 1-13. doi: 10.3390/su12010397.