

**PRARANCANGAN PABRIK *PRECIPITATED SILICA*  
DARI SODIUM SILIKAT DAN ASAM SULFAT MENGGUNAKAN  
PROSES ASIDIFIKASI LARUTAN ALKALI SILIKAT KAPASITAS  
60.000 TON/TAHUN**



**Disusun oleh:**

Arifin

1631010045

**Pembimbing:**

Ir. Bambang Wahyudi, M.S.

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
JAWA TIMUR  
SURABAYA  
2020**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**" PRARANCANGAN FABRIK *PRECIPITATED SILICA* DARI SODIUM SILIKAT DAN ASAM SULFAT MENGGUNAKAN PROSES ASIDIFIKASI LARUTAN ALKALI SILIKAT KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN"**

**Disusun Oleh :**

**ARIFIN**

**NPM. 1631010045**

**Telah Dipertahankan Dihadapan  
Dan Diterima Oleh Tim Penguji  
Pada Tanggal : 08 Mei 2020**

**Tim Penguji**

1.

**Prof.Dr.Ir. Soemargono, SU**  
**NIP. 19520822 197701 1 006**

2.

**Ir. Dwi Hery Astuti, MT**  
**NIP. 19590520 198703 2 001**

3.

**Ir. Nana Dyah Siswati, MKes**  
**NIP. 19600422 198703 2 001**

**Dosen Pembimbing**

**Ir. Bambang Wahyudi, MS**  
**NIP. 19580711 198503 1 001**

**Mengetahui,**

**Dekan Fakultas Teknik**

**Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**



**Dr. Dra. Jarivah, MP**  
**NIP. 19650403 199103 2 001**

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT karena atas berkah dan rahmat-Nya, penulis mampu menyelesaikan proposal tugas akhir yang berjudul “Prarancangan Pabrik *Precipitated Silica* dari Sodium Silikat dan Asam Sulfat Menggunakan Proses Asidifikasi Larutan Alkali Silikat Kapasitas 60.000 Ton/Tahun”. Tugas ini disusun dalam rangka memenuhi mata kuliah tugas akhir sebagai persyaratan memperoleh gelar sarjana pada Program Studi S-1 Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Pada kesempatan kali ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Dr.Ir.Sintha Soraya Santi, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Bapak Ir. Bambang Wahyudi, M.S. selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur dan Bapak Ir. Bambang Wahyudi, M.S. selaku dosen pembimbing tugas akhir.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna sehingga diperlukan evaluasi untuk peningkatan kualitas yang berkelanjutan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Penulis mengharapkan semoga tugas ini dapat menambah wawasan dan bermanfaat bagi para pembacanya.

Surabaya, 03 Februari 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vi</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>viii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>I-1</b>
1.1. Latar Belakang.....	I-1
1.2. Tinjauan Pustaka .....	I-2
1.2.1 Pengertian <i>Precipitated Silica</i> .....	I-2
1.2.2 Kegunaan <i>Precipitated Silica</i> .....	I-3
1.3. Kapasitas Produksi .....	I-4
1.4. Spesifikasi Bahan .....	I-6
1.4.1 Spesifikasi Bahan Baku .....	I-6
1.4.2 Spesifikasi Bahan Pembantu .....	I-8
1.4.3 Spesifikasi Produk .....	I-8
1.4.4 Spesifikasi Produk Samping.....	I-9
<b>BAB II URAIAN PROSES.....</b>	<b>II-1</b>
2.1. Jenis-Jenis Proses .....	II-1
2.1.1 Proses Kering.....	II-1
2.1.2 Proses Basah.....	II-2
2.2. Seleksi Proses .....	II-5
2.3. Konsep Reaksi .....	II-6

2.3.1	Mekanisme Reaksi.....	II-6
2.3.2	Kondisi Operasi .....	II-7
2.3.3	Tinjauan Termodinamika .....	II-7
2.3.4	Tinjauan Kinetika .....	II-9
2.3.5	Perbandingan Mol Reaktan .....	II-9
2.4	Uraian Proses .....	II-10
2.4.1	Tahap Persiapan Bahan Baku .....	II-10
2.4.2	Tahap Pembentukan Produk.....	II-10
2.4.3	Tahap Filtrasi dan Pencucian.....	II-11
2.4.4	Tahap Pengeringan .....	II-11
2.4.5	Tahap Penggilingan .....	II-11
<b>BAB III NERACA MASSA.....</b>		<b>III-1</b>
3.1.	<i>Mixer</i> (M-130) .....	III-1
3.2.	Reaktor (R-210).....	III-1
3.3.	<i>Thickener</i> (H-310) .....	III-2
3.4.	<i>Rotary Drum Vacuum Filter</i> (H-320).....	III-2
3.5.	<i>Rotary Dryer</i> (B-330) .....	III-3
3.6.	Siklon (H-334).....	III-3
3.7.	<i>Cooling Conveyor</i> (J-335) .....	III-4
3.8.	<i>Ball Mill</i> (C-340) .....	III-4
3.9.	<i>Vibrating Screen</i> (H-333) .....	III-5
<b>BAB IV NERACA PANAS.....</b>		<b>IV-1</b>
4.1.	Mixer (M-130).....	IV-1
4.2.	Heater 01 (E-131) .....	IV-1
4.3.	Heater 02 (E-122) .....	IV-2

4.4.	Reaktor (R-210).....	IV-2
4.5.	Cooler (E-212).....	IV-3
4.6.	Rotary Drum Vacuum Filter (H-320).....	IV-3
4.7.	Rotary Dryer (B-330) .....	IV-4
4.8.	Cooling Conveyor (E-335) .....	IV-4
4.9.	Air Heater (E-331).....	IV-5
<b>BAB V SPESIFIKASI ALAT PROSES .....</b>		<b>V-1</b>
5.1.	Tangki Penyimpanan Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ 98%).....	V-1
5.2.	Pompa 01 (Asam Sulfat 98%) .....	V-1
5.3.	<i>Mixer</i> .....	V-2
5.4.	<i>Heater 01</i> .....	V-2
5.5.	Tangki Penyimpanan Sodium Silikat ( $Na_2O.3,3SiO_2$ ) .....	V-3
5.6.	Pompa 01 .....	V-3
5.7.	<i>Heater 02</i> .....	V-4
5.8.	Reaktor .....	V-5
5.9.	Pompa 03 .....	V-6
5.10.	Cooler .....	V-7
5.11.	<i>Thickener</i> .....	V-7
5.12.	<i>Rotary Drum Vacuum Filter</i> .....	V-8
5.13.	<i>Screw Conveyor</i> .....	V-8
5.14.	<i>Bucket Elevator 01</i> .....	V-9
5.15.	<i>Rotary Dryer</i> .....	V-9
5.16.	Siklon.....	V-12
5.17.	<i>Heater 03</i> .....	V-12
5.18.	<i>Blower</i> .....	V-13

5.19.	Filter Udara.....	V-13
5.20.	<i>Cooling Conveyor</i> .....	V-14
5.21.	<i>Bucket Elevator 02</i> .....	V-14
5.22.	Bin .....	V-15
5.23.	<i>Belt Conveyor 01</i> .....	V-15
5.24.	<i>Ball Mill</i> .....	V-16
5.25.	<i>Belt Conveyor 02</i> .....	V-16
5.26.	<i>Bucket Elevator 03</i> .....	V-17
5.27.	<i>Screen</i> .....	V-17
5.28.	<i>Hopper</i> .....	V-17
<b>BAB VI INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA.....</b>		<b>VI-1</b>
6.1.	Instrumentasi .....	VI-1
6.2.	Keselamatan Dan Kesehatan Kerja .....	VI-7
6.2.1.	Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Pada Pabrik .....	VI-9
6.2.2.	Pencegahan Terhadap Kebakaran dan Ledakan .....	VI-10
6.2.3.	Pencegahan Terhadap Bahaya Mekanis .....	VI-12
6.2.4.	Pencegahan Terhadap Bahaya Listrik .....	VI-12
6.2.5.	Pencegahan Terhadap Gangguan Kesehatan.....	VI-13
6.2.6.	Alat Pelindung Diri (APD).....	VI-13
6.3.	Pengadaan Sistem Manajemen OHSAS 18001 dan ISO 14001 pada Pabrik <i>Precipitated Silica</i> .....	VI-21
6.3.1.	Sistem Manajemen OHSAS 18001 .....	VI-22
6.3.2.	Sistem Manajemen ISO 14001 .....	VI-22
<b>BAB VII TATA LETAK PABRIK.....</b>		<b>VII-1</b>
7.1.	Lokasi Pabrik.....	VII-1

7.2.	Tata Letak Bangunan dan Peralatan Pabrik.....	VII-7
7.2.2.	Tata Letak Alat Proses.....	VII-10
<b>BAB VIII ORGANISASI PERUSAHAAN.....</b>		<b>VIII-1</b>
8.1.	Bentuk Badan Usaha Perusahaan .....	VIII-1
8.2.	Manajemen Perusahaan .....	VIII-3
8.3.	Struktur Organisasi Perusahaan.....	VIII-4
8.4.	Uraian Tugas, Wewenang dan Tanggung Jawab.....	VIII-8
8.4.1.	Pemegang Saham.....	VIII-8
8.4.2.	Dewan Komisaris .....	VIII-8
8.4.3.	Direktur Utama .....	VIII-8
8.4.4.	Staf Ahli.....	VIII-9
8.4.5.	Direktur.....	VIII-10
8.4.6.	Sekretaris .....	VIII-10
8.4.7.	Kepala Bagian.....	VIII-10
8.4.8.	Kepala Seksi .....	VIII-12
8.4.9.	Kepala Sub-Seksi.....	VIII-16
8.5.	Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	VIII-16
8.6.	Status Karyawan dan Sistem Upah.....	VIII-18
8.7.	Penggolongan Jabatan, Jumlah dan Gaji Karyawan.....	VIII-18
8.7.1.	Penggolongan Jabatan Kerja .....	VIII-18
8.7.2.	Jumlah Karyawan dan Sistem Gaji Karyawan .....	VIII-20
8.8.	Tata Tertib .....	VIII-24
8.9.	BPJS Ketenagakerjaan dan Fasilitas Tenaga Kerja.....	VIII-25
<b>BAB IX UTILITAS.....</b>		<b>IX-1</b>
9.1.	Unit Pengolahan Air .....	IX-1



9.1.1. Kebutuhan Uap ( <i>Steam</i> ).....	IX-1
9.1.2. Kebutuhan Air .....	IX-3
9.1.3. Pengolahan Air .....	IX-6
9.1.4. Spesifikasi Alat Unit Pengolahan Air.....	IX-13
9.2. Unit Penyedia Uap ( <i>Steam</i> ) .....	IX-22
9.3. Unit Pembangkit Listrik .....	IX-22
9.4. Unit Penyedia Bahan Bakar.....	IX-23
9.5. Unit Pengolahan Limbah.....	IX-24
<b>BAB X EVALUASI EKONOMI.....</b>	<b>X-1</b>
10.1. Penaksiran Harga Peralatan .....	X-2
10.2. Penentuan Investasi Modal Total (TCI) .....	X-3
10.2.1. Investasi Modal Tetap ( <i>Fixed Capital Investment</i> ) .....	X-3
10.2.2. Modal Kerja / <i>Working Capital</i> (WC).....	X-5
10.2.3. <i>Plant Start Up</i> .....	X-6
10.3. Penentuan Biaya Total Produksi (TPC) .....	X-6
10.3.1. <i>Manufacturing Cost</i> (MC).....	X-6
10.3.2. <i>General Expense</i> .....	X-9
10.4. Total Penjualan.....	X-10
10.5. Perkiraan Laba Usaha.....	X-10
10.6. Analisa Kelayakan.....	X-10
10.6.1. <i>Percent Profit on Sales</i> (POS).....	X-10
10.6.2. <i>Percent Return On Investment</i> (ROI) .....	X-11
10.6.3. <i>Pay Out Time</i> (POT).....	X-11
10.6.4. <i>Net Present Value</i> (NPV) .....	X-11
10.6.5. <i>Interest Rate of Return</i> (IRR) .....	X-12

10.6.6. <i>Break Even Point</i> (BEP) .....	X-12
10.6.7. <i>Shut Down Point</i> (SDP).....	X-13
<b>BAB XI KESIMPULAN .....</b>	<b>XI-1</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>DP-1</b>
<b>LAMPIRAN A .....</b>	Error! Bookmark not defined.
<b>LAMPIRAN B .....</b>	Error! Bookmark not defined.
<b>LAMPIRAN C .....</b>	Error! Bookmark not defined.
<b>LAMPIRAN D .....</b>	Error! Bookmark not defined.
<b>LAMPIRAN E .....</b>	Error! Bookmark not defined.

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Alir Kualitatif .....	II-13
Gambar 7.1 Peta Lokasi Rencana Pendirian Pabrik <i>Precipitated silica</i> .....	VII-6
Gambar 7.2 Tata Letak Bangunan Pabrik <i>Precipitated Silica</i> (Skala 1:900) ...	VII-8
Gambar 7.3 Skema Alat Proses.....	VII-9
Gambar 8.1 Bagan Stuktur Organisasi Perusahaan.....	VIII-7
Gambar 9.1 <i>Flow Diagram Proses</i> Unit Utilitas .....	IX-27
Gambar 10.1 <i>Break Event Point</i> dan <i>Shut Down Point</i> Prarancangan Pabrik <i>Precipitated Silica</i> dengan Kapasitas 10.000 Ton/Tahun .....	X-14

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Kegunaan <i>Precipitated Silica</i> .....	I-3
Tabel 1.2 Data Kapasitas Pabrik yang sudah Berdiri.....	I-4
Tabel 1.3 Kebutuhan Impor <i>Precipitated Silica</i> .....	I-5
Tabel 2.4 Perbandingan Proses Kering, Proses Hidrolisis $\text{SiCl}_4$ dan Proses Asidifikasi Larutan Alkali Silikat .....	II-5
Tabel 3.1 Neraca Massa <i>Mixer</i> .....	III-1
Tabel 3.2 Neraca Massa pada Reaktor .....	III-1
Tabel 3.3 Neraca Massa pada <i>Thickener</i> .....	III-2
Tabel 3.4 Neraca Massa pada <i>Rotary Drum Vacuum Filter</i> .....	III-2
Tabel 3.5 Neraca Massa pada <i>Rotary Dryer</i> .....	III-3
Tabel 3.6 Neraca Massa pada Siklon .....	III-3
Tabel 3.7 Neraca Massa pada <i>Cooling Conveyor</i> .....	III-4
Tabel 3.8 Neraca Massa pada <i>Ball Mill</i> .....	III-4
Tabel 3.8. Neraca Massa pada <i>Vibrating Screen</i> .....	III-5
Tabel 4.1 Neraca Panas <i>Mixer</i> .....	IV-1
Tabel 4.2 Neraca Panas <i>Heater 01</i> .....	IV-1
Tabel 4.3 Neraca Panas <i>Heater 02</i> .....	IV-2
Tabel 4.4 Neraca Panas Reaktor .....	IV-2
Tabel 4.5 Neraca Panas <i>Cooler</i> .....	IV-3
Tabel 4.6 Neraca Panas <i>Rotary Drum Vacuum Filter</i> .....	IV-3
Tabel 4.7 Neraca Panas <i>Rotary Dryer</i> .....	IV-4
Tabel 4.8 Neraca Panas <i>Cooling Conveyor</i> .....	IV-4
Tabel 4.9 Neraca Panas <i>Air Heater</i> .....	IV-5
Tabel 6.1 Instrumentasi Pada Prarancangan Pabrik <i>Precipitated Silica</i> .....	VI-6
Tabel 6.2. Alat-Alat Keselamatan Kerja pada Pabrik <i>Precipitated Silica</i> .....	VI-14
Tabel 7.1 Perincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik .....	VII-7
Tabel 8.1. Jadwal Siklus Kerja Masing-Masing Per Kelompok .....	VIII-17
Tabel 8.2 Penggolongan Jabatan Kerja.....	VIII-18
Tabel 8.3 Jumlah Karyawan dan Rincian Gaji Karyawan .....	VIII-21

Tabel 9.1 Kebutuhan <i>Steam</i> .....	IX-3
Tabel 9.2 Kebutuhan Air Pendingin .....	IX-4
Tabel 9.3 Kebutuhan Air Proses .....	IX-5
Tabel 9.4 Kebutuhan Air Sanitasi .....	IX-6
Tabel 9.5 Kebutuhan Air Keseluruhan.....	IX-6
Tabel 9.6 Standar Kualitas Air Bersih .....	IX-7
Tabel 9.7 Syarat-Syarat Air Umpan <i>Boiler</i> .....	IX-12

## INTISARI

Produksi dan pemasaran *precipitated silica* secara komersil dijual dalam bentuk larutan padat dengan kadar kemurnian minimal 99,4%. *Precipitated silica* merupakan bahan *intermediate* yang dibutuhkan oleh industri produk karet, seperti silikon, ban kendaraan bermotor dan sepatu; industri pasta gigi; industri kosmetik; industri cat; industri tinta dan industri pestisida. Untuk memenuhi kebutuhan *precipitated silica* di Indonesia, maka dilakukan prarancangan pabrik *precipitated silica* dengan kapasitas produksi 60.000 ton/tahun dengan bahan baku sodium silikat dan asam sulfat yang direncanakan akan didirikan pada tahun 2020.

Pabrik ini menggunakan proses asidifikasi larutan asam silikat yaitu dengan mereaksikan larutan sodium silikat dengan  $H_2SO_4$ . Dengan penambahan  $H_2SO_4$  akan terjadi peningkatan derajat keasaman dari larutan alkali silikat yang disusul dengan pembentukan kristal *precipitated silica*. Reaktor yang digunakan adalah *Continuous Stirred Tank Reactor* (CSTR) dengan konversi 99,4% pada kondisi operasi temperatur 90 °C dan tekanan 1 atm. Selanjutnya hasil dari keluaran reaktor ini akan dipisahkan antara filtrat dan *cake*-nya di *rotary vacuum filter*, yang mana *cake* ini akan diproses lebih lanjut di *rotary dryer* untuk mengurangi kadar air pada produk. Tahap akhir dari pengolahan produk ini yaitu proses pengecilan produk sampai 325 mesh sebelum memasuki unit *packaging*.

Berdasarkan kebutuhan *precipitated silica* dalam negeri yang selama ini masih di-*import* maka direncanakan pendirian pabrik pada tahun 2020 di daerah Cilegon, Banten dengan kapasitas 60.000 ton/tahun dengan total *Capital Investment* adalah sebesar Rp1,147,143,901,816.60 -. Berdasarkan analisa ekonomi, maka pabrik ini dapat dinyatakan layak, yaitu dari nilai *Return On Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 97 % dan ROI sesudah pajak sebesar 72% dengan laba bersih pertahun adalah Rp. 450,754,063,606.08-. Adapun *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak adalah 1 tahun dan sesudah pajak adalah 1,2 tahun. *Break Even Point* adalah 40 % kapasitas dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 31%. Dari uraian di atas maka pabrik *precipitated silica* dari asam sulfat dan sodium silika menggunakan proses asidifikasi larutan alkali silikat kapasitas 60.000 ton/tahun layak untuk didirikan.

**Kata kunci :** *precipitated silica*, asidifikasi, sodium silikat dan asam sulfat.