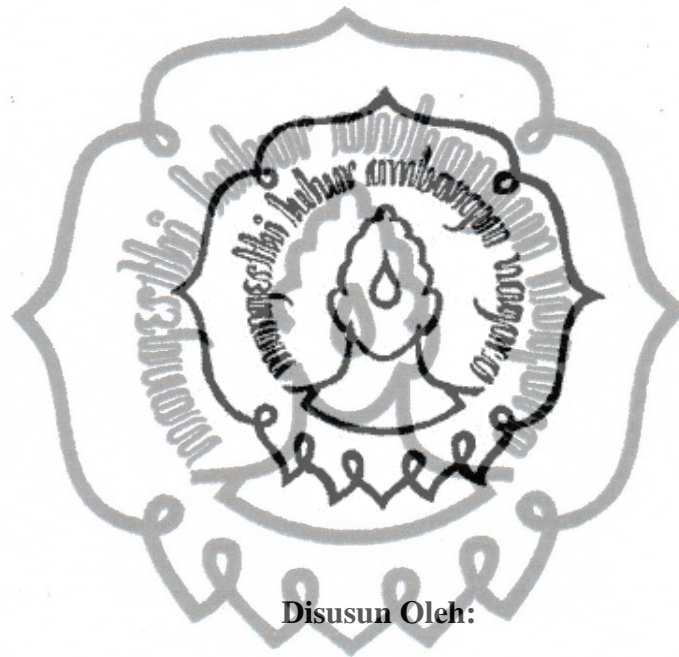


**TUGAS AKHIR**

**PRARANCANGAN PABRIK ASAM BORAT DARI BORAKS**

**DAN ASAM SULFAT DENGAN PROSES ASIDIFIKASI**

**KAPASITAS 13.000 TON/TAHUN**



Disusun Oleh:

**Dyah Ayu Ramadhani**

**NIM. I0516016**

**Khikmah Nur Rikhy Stulasti**

**NIM. I0516025**

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SEBELAS MARET**

**SURAKARTA**

**2020**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**TUGAS AKHIR**  
**PRARANCANGAN PABRIK ASAM BORAT DARI BORAKS**  
**DAN ASAM SULFAT DENGAN PROSES ASIDIFIKASI**  
**KAPASITAS 13.000 TON/TAHUN**

Oleh:

Khikmah Nur Rikhy Stulasti I0516025

Pembimbing II

Pembimbing I

  
Dr. Ari Diana Susanti, S.T., M.T.

NIP. 197501232008122002

  
Prof. Dr. Eng. Agus Purwanto, S.T., M.T.

NIP. 197504111999031001

Dipertahankan di depan tim penguji:

1. Dr. Ir. Endah Retno Dyartanti, M.T.  
NIP. 196907192000032001
2. Mujtahid Kaavessina, S.T., M.T., Ph.D  
NIP. 197909242003121002

1.  .....

2.  .....

Disahkan,  
Kepala Program Studi Sarjana Teknik  
Kimia FT UNS

  
Dr. Adrian Nur, S.T., M.T.

NIP. 197301082000121001









**LEMBAR KONSULTASI  
TUGAS AKHIR**

Nama : 1. Dyah Ayu Ramadhani I0516016  
2. Khikmah Nur Rikhy Stulasti I0516025

Judul TA-PPK : Prarancangan Pabrik Asam Borat dari Boraks dan Asam Sulfat dengan Proses Asidifikasi Kapasitas 13.000 Ton/Tahun

Tanggal mulai : 28 November 2019

Pembimbing : 1. Prof. Dr. Eng. Agus Purwanto, S.T., M.T.  
2. Dr. Ari Diana Susanti, S.T., M.T.

No.	Tanggal	Konsultasi	Paraf		Ket.
			Pemb. I	Pemb. II	
1.	28 November 2020	Proposal bab 1 dan bab 2			
2.	18 Desember 2020	Revisi bab 1, bab 2 dan DAP			
3.	6 Maret 2020	Neraca Massa total			
4.	10 Maret 2020	Briefing/ pengarahan konsultasi tugas akhir			
5.	19 Maret 2020	Perhitungan Reaktor			
6.	20 April 2020	Revisi perhitungan reaktor dan penyangga			
7.	23 April 2020	Perhitungan mixer dan neutralizer			
8.	27 April 2020	Perhitungan crystallizer 1 Perhitungan centrifuge, rotary dryer produk utama			

No.	Tanggal	Konsultasi	Paraf		Ket.
			Pemb. I	Pemb. II	
9.	30 April 2020	Perhitungan Crystallizer, centrifuge dan rotary dryer produk sampung	A		
10.	11 Mei 2020	Perhitungan unit utilitas dan laboratorium Naskah bab 1	A		
11.	27 Mei 2020	Revisi naskah bab 1	A	A	
12.	1 Juni 2020	Manajemen perusahaan Revisi bab 1, naskah bab 2	A	A	
13.	8 Juni 2020	Analisa ekonomi Revisi bab 2, naskah bab 2 dan PFD	A	A	
14.	11 Juni 2020	Revisi naskah bab 3	A	A	
15.	12 Juni 2020	Naskah bab 4, bab 5 dan bab 6	A	A	
16.	15 Juni 2020	Revisi naskah bab 4, bab 5 dan bab 6	A	A	
17.	19 Juni 2020	Naskah total	A	A	
18.	20 Juni 2020	Naskah total	A	A	

- Jumlah konsultasi dengan masing-masing pembimbing minimal sebanyak 8 kali untuk dapat dinyatakan selesai.

Pembimbing I

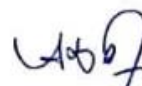


Prof. Dr. Eng. Agus Purwanto, S.T., M.T.

Dinyatakan selesai

Tanggal:

Pembimbing II



Dr. Ari Diana Susanti, S.T., M.T.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT., karena limpahan rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir dengan judul “Prarancangan Pabrik Asam Borat dari Boraks dan Asam Sulfat dengan Proses Asidifikasi Kapasitas 13.000 Ton/Tahun”. Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis memperoleh banyak bantuan baik berupa dukungan moral maupun material dari berbagai pihak. Oleh karena itu sudah sepantasnya penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga tercinta yang selalu mengirimkan do'a dan mencurahkan kasih sayangnya, serta memberikan bantuan baik moril dan materiil dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Prof. Dr.Eng. Agus Purwanto, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing I tugas akhir.
3. Dr. Ari Diana Susanti, S.T., M.T., selaku pembimbing II tugas akhir.
4. Dr. Adrian Nur, S.T., M.T., selaku Kepala Program Studi Sarjana Teknik Kimia FT UNS.
5. Dr. Margono, S.T., M.T., selaku pembimbing akademik.
6. Segenap sivitas akademika Teknik Kimia FT UNS dan teman-teman penulis, yang turut membantu dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis mengucapkan semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca sekalian. Apabila ada kesalahan dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis mohon maaf. Kritik dan saran penulis harapkan demi perbaikan laporan yang akan datang.

Surakarta, 21 Juni 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR KONSULTASI.....	ii
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
INTISARI.....	xiii
<b>BAB I</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	1
1.1.1. Kegunaan Produk.....	2
1.2. Kapasitas Perancangan .....	3
1.2.1. Kebutuhan Asam Borat dalam Negeri .....	3
1.2.2. Ketersediaan Bahan Baku.....	5
1.2.3. Kapasitas Minimal (Skala Komersial).....	5
1.2.4. Kebutuhan Asam Borat di Asia Tenggara.....	5
1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik.....	7
1.4. Tinjauan Pustaka.....	9
1.4.1. Macam-macam Proses .....	9
1.4.2. Alasan Pemilihan Proses.....	10
1.4.3. Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku dan Produk.....	11
1.4.4. Tinjauan Proses Secara Umum .....	14
<b>BAB II</b> .....	<b>15</b>
2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk .....	15
2.1.1. Spesifikasi Bahan Baku .....	15
2.1.2. Spesifikasi Produk .....	16
2.2. Konsep Proses .....	17
2.2.1. Dasar Reaksi.....	17
2.2.2. Kondisi Operasi .....	17
2.2.3. Tinjauan Termodinamika.....	17
2.2.4. Tinjauan Kinetika Reaksi.....	19

2.3. Diagram Alir Proses dan Langkah Proses.....	21
2.3.1. Diagram Alir Kualitatif.....	21
2.3.2. Diagram Alir Kuantitatif.....	21
2.3.3. Diagram Alir Proses.....	21
2.3.4. Langkah Proses.....	25
2.4 Neraca Massa dan Neraca Panas.....	28
2.4.1. Neraca Massa.....	28
2.4.2. Neraca Panas.....	34
2.5 <i>Lay Out</i> Pabrik dan Peralatan Proses.....	40
2.5.1. <i>Lay Out</i> Pabrik.....	40
2.5.2. <i>Lay Out</i> Peralatan Proses.....	43
BAB III.....	45
BAB IV.....	59
4.1 Unit Utilitas.....	59
4.1.1 Unit Pengadaan Air.....	60
4.1.2 Unit Pengadaan <i>Steam</i> .....	67
4.1.3 Unit Pengadaan Udara Tekan.....	68
4.1.4 Unit Pengadaan Listrik.....	69
4.1.5 Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	72
4.2 Laboratorium.....	73
4.2.1 Laboratorium Fisik.....	75
4.2.2 Laboratorium Analitik.....	75
4.2.3 Laboratorium Penelitian dan Pengembangan.....	76
4.2.4 Unit Pengolahan Limbah.....	76
4.2.5 Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL).....	77
BAB V.....	79
5.1 Bentuk Perusahaan.....	79
5.2 Struktur Organisasi.....	80
5.3 Tugas dan Wewenang.....	83
5.3.1 Pemegang Saham.....	83
5.3.2 Dewan Komisaris.....	83
5.3.3 Dewan Direksi.....	83
5.3.4 Staf Ahli.....	84

5.3.5	Penelitian dan Pengembangan (Litbang)	84
5.3.6	Kepala Bagian	85
5.3.7	Kepala Seksi	88
5.4	Pembagian Jam Kerja Karyawan	88
5.4.1	Karyawan <i>Non Shift</i>	88
5.4.2	Karyawan <i>Shift</i>	88
5.5	Status Karyawan Dan Sistem Upah	89
5.6	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji	90
5.7	Jaminan Sosial Tenaga Kerja	92
BAB VI		94
6.1	Dasar Perhitungan	94
6.2	Penaksiran Harga Alat	94
6.3	Penentuan <i>Total Capital Investment (TCI)</i>	96
6.3.1	Modal Tetap ( <i>Fixed Capital Investment</i> )	97
6.3.2	Modal Kerja ( <i>Working Capital Investment</i> )	98
6.3.3	<i>Total Capital Investment (TCI)</i>	98
6.4	Biaya Produksi Total ( <i>Total Production Cost</i> )	98
6.4.1	<i>Manufacturing Cost</i>	98
6.4.2	<i>General Expense (GE)</i>	100
6.5	Keuntungan Produksi	100
6.6	Analisa Kelayakan	101
6.6.1	<i>% Profit on Sales (POS)</i>	101
6.6.2	<i>% Return on Investment (ROI)</i>	101
6.6.3	<i>Pay Out Time (POT)</i>	101
6.6.4	<i>Break Event Point (BEP)</i>	101
6.6.5	<i>Shut Down Point (SDP)</i>	101
6.6.6	<i>Discounted Cash Flow (DCF)</i>	102
6.7	Kesimpulan Analisa Kelayakan	102
DAFTAR PUSTAKA		104



**DAFTAR TABEL**

Tabel 1.1 Kebutuhan Asam Borat di Indonesia Berdasarkan Data Impor.....	4
Tabel 1. 2 Daftar Pabrik PenghasilAsam Borat (Cakal, 2004) .....	5
Tabel 1. 3 Kebutuhan Asam Borat di Asia Tenggara (UNdata, 2019) .....	6
Tabel 1. 4 Tinjauan Pemilihan Proses Pembuatan Asam Borat.....	10
Tabel 1. 5 Kelarutan Asam Borat dalam Air (Kirk and Othmer, 2004).....	13
Tabel 2. 1 Harga $\Delta G_{f,298}^{\circ}$ Masing-masing Komponen (Perry,1999) .....	17
Tabel 2. 2 Harga $\Delta H_{f,298}$ Masing-masing Komponen (Van Ness, 2001) .....	18
Tabel 2. 3 Neraca Massa Total pada <i>Mixer</i> (M-01) .....	29
Tabel 2. 4 Neraca Massa Total pada Reaktor (R-01).....	29
Tabel 2. 5 Neraca Massa Total pada <i>Neutralizer</i> (N-01) .....	30
Tabel 2. 6 Neraca Massa Total pada <i>Crystallizer</i> 1 (K-01) .....	30
Tabel 2. 7 Neraca Massa Total pada <i>Centrifuge</i> 1 (FF-01).....	31
Tabel 2. 8 Neraca Massa Total pada <i>Rotary Dryer</i> 1 (DE-01) .....	31
Tabel 2. 9 Neraca Massa Total pada <i>Crystallizer</i> 2 (K-02) .....	32
Tabel 2. 10 Neraca Massa Total pada <i>Centrifuge</i> 2 (FF-02).....	32
Tabel 2. 11 Neraca Massa Total pada <i>Rotary Dryer</i> 2 (DE-02) .....	33
Tabel 2. 12 Neraca Panas Total.....	34
Tabel 2. 13 Neraca Panas Total pada <i>Mixer</i> (M-01).....	35
Tabel 2. 14 Neraca Panas Total pada Reaktor (R-01).....	35
Tabel 2. 15 Neraca Panas Total pada <i>Neutralizer</i> (N-01).....	36
Tabel 2. 16 Neraca Panas Total pada <i>Crystallizer</i> 1 (K-01) .....	36
Tabel 2. 17 Neraca Panas Total pada <i>Centrifuge</i> 1 (FF-01) .....	37

Tabel 2. 18 Neraca Panas Total pada <i>Rotary Dryer</i> 1 (DE-01) .....	37
Tabel 2. 19 Neraca Panas Total pada <i>Crystallizer</i> 2 (K-02) .....	38
Tabel 2. 20 Neraca Panas Total pada <i>Centrifuge</i> 2 (FF-02) .....	38
Tabel 2. 21 Neraca Panas Total pada <i>Rotary Dryer</i> 2 (DE-02) .....	39
Tabel 3. 1 Spesifikasi <i>Mixer</i> .....	45
Tabel 3. 2 Spesifikasi Reaktor .....	46
Tabel 3. 3 Spesifikasi <i>Neutralizer</i> .....	47
Tabel 3. 4 Spesifikasi <i>Crystallizer</i> .....	48
Tabel 3. 5 Spesifikasi <i>Centrifuge</i> .....	49
Tabel 3. 6 Spesifikasi <i>Rotary Dryer</i> .....	50
Tabel 3. 7 Spesifikasi Tangki .....	51
Tabel 3. 8 Spesifikasi Silo .....	52
Tabel 3. 9 Spesifikasi pompa .....	53
Tabel 3. 10 Spesifikasi <i>Belt conveyer</i> .....	54
Tabel 3. 11 Spesifikasi <i>Hopper</i> .....	55
Tabel 3. 12 Spesifikasi <i>Heater</i> .....	56
Tabel 3. 13 Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i> .....	57
Tabel 3. 14 Spesifikasi <i>Blower</i> .....	58
Tabel 3. 15 Spesifikasi <i>Srew Conveyer</i> .....	58
Tabel 4. 1 Kebutuhan Air Pendingin .....	61
Tabel 4. 2 Kebutuhan Air untuk <i>Steam</i> .....	62
Tabel 4. 3 Kebutuhan Air Konsumsi dan Sanitasi .....	62
Tabel 4. 4 Persyaratan Air Umpan <i>Boiler</i> .....	63
Tabel 4. 5 Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses .....	70

Tabel 4. 6 Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Utilitas.....	70
Tabel 4. 7 Jumlah <i>Watt</i> Berdasarkan Luas Bangunan.....	71
Tabel 4. 8 Total kebutuhan listrik pabrik.....	72
Tabel 4. 9 Total kebutuhan bahan bakar pabrik.....	73
Tabel 5. 1 Jadwal Pembagian Kelompok <i>Shift</i> .....	89
Tabel 5. 2 Perincian Jabatandan Gaji Karyawan <i>Non-Shift</i> .....	90
Tabel 5. 3 Perncian Jabatandan Gaji Karyawan <i>Shift</i> .....	92
Tabel 6. 1 Indeks Harga Alat ( <i>Chemical Engineering Plant Cost Index</i> ).....	95
Tabel 6. 2 Modal Tetap .....	97
Tabel 6. 3 Modal Kerja .....	98
Tabel 6. 4 <i>Direct Manufacturing Cost</i> .....	99
Tabel 6. 5 <i>Indirect Manufacturing Cost</i> .....	99
Tabel 6. 6 <i>Fixed Manufacturing Cost</i> .....	100
Tabel 6. 7 <i>General Expense</i> .....	100
Tabel 6. 8 Analisa Kelayakan Ekonomi.....	102

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 1. 1 Data Impor Asam Borat di Indonesia (BPS, 2019).....	4
Gambar 1. 2 Data Impor Asam Borat di Asia Tenggara (UNdata, 2019).....	6
Gambar 1. 3 Pemilihan Lokasi Pabrik Asam Borat (kig, 2020) .....	7
Gambar 2. 1 Diagram Alir Kualitatif .....	22
Gambar 2. 2 Diagram Alir Kuantitatif .....	23
Gambar 2. 3 Diagram Alir Proses.....	24
Gambar 2. 4 Bagan Arus Neraca Massa dan Neraca Panas.....	28
Gambar 2. 5 <i>Lay Out</i> Pabrik .....	42
Gambar 2. 6 <i>Lay Out</i> Peralatan Proses.....	44
Gambar 4. 1 Skema Pengolahan Air Sungai.....	66
Gambar 4. 2 Skema Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL).....	78
Gambar 5. 1 Struktur Organisasi Pabrik Asam Borat.....	82
Gambar 6. 1 <i>Chemical Engineering Cost Index</i> .....	95
Gambar 6. 2 Kurva Analisa Kelayakan Ekonomi.....	103

## INTISARI

**Dyah Ayu Ramadhani, Khikmah Nur Rikhy Stulasti, 2020, Prarancangan Pabrik Asam Borat dari Boraks dan Asam Sulfat dengan Proses Asidifikasi Kapasitas 13.000 Ton/Tahun, Program Studi Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta, Surakarta**

Asam borat merupakan suatu senyawa kimia anorganik yang dapat digunakan sebagai bahan baku untuk industri kimia lain seperti industri farmasi, industri keramik, industri kaca dan lain-lain. Kegunaan asam borat antara lain sebagai bahan untuk analisis kimia, bahan pengawet, antiseptik dan desinfektan. Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, maka dirancang pabrik asam borat dengan kapasitas 13.000 ton/tahun dengan bahan baku boraks 22.387,76 ton/tahun, asam sulfat 5.614,28 ton/tahun, dan natrium hidroksida 615,03 ton/tahun. Lokasi pendirian pabrik yang dipilih adalah di Kawasan Industri Gresik, Jawa Timur karena pertimbangan utama yaitu dekat dengan bahan baku, pasar, dan utilitas.

Peralatan utama yang digunakan adalah *mixer*, reaktor, *neutralizer*, *crystallizer*, *centrifuge*, dan *rotary dryer* serta peralatan pendukung berupa *heater*, *blower*, *belt conveyor*, *screw conveyor*, *bucket elevator*, *hopper* dan pompa. Reaktor yang digunakan adalah reaktor alir tangki berpengaduk pada tekanan 1 bar dan temperature 90°C. Reaksi ini akan menghasilkan produk yang berupa asam borat dan hasil samping natrium sulfat.

Utilitas terdiri dari unit penyediaan air untuk kantor dan sanitasi sebanyak 2.827,29 ton/tahun, air pendingin sebanyak 175.125,27 ton/tahun, kebutuhan *steam* sebanyak 4.591,99 ton/tahun pada kondisi *saturated steam* ( $P = 4$  bar,  $T = 150^{\circ}\text{C}$ ), udara tekan sebanyak 896.148 m<sup>3</sup>/tahun, tenaga listrik sebesar 1.724,89 MWh, bahan bakar batubara sebanyak 1.435,97 ton/tahun,IDO sebanyak 23.914 liter/tahun. dan unit pengolahan limbah. Terdapat tiga buah laboratorium, yaitu laboratorium fisik, laboratorium analitik, dan laboratorium penelitian dan pengembangan.

Bentuk perusahaan adalah PT (Perseroan Terbatas), struktur organisasi adalah *line and staff*. Sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian jam kerja yang terdiri dari karyawan *shift* dan *non shift*. Pabrik beroperasi selama 24 jam per hari dan 330 hari per tahun. Jumlah kebutuhan tenaga kerja sebanyak 142 orang.

Hasil analisa kelayakan menunjukkan ROI sebelum pajak 68,41% dan setelah pajak 54,73%. POT sebelum pajak 15 bulan dan setelah pajak 17 bulan, BEP 41,22%, SDP 24,49%, dan DCF sebesar 39,33%. Berdasar analisa ekonomi dapat disimpulkan bahwa pendirian pabrik asam borat dengan kapasitas 13.000 ton/tahun layak dipertimbangkan untuk direalisasikan pembangunannya.