

TUGAS AKHIR

PRARANCANGAN PABRIK ASAM FOSFAT DARI BATU APATIT DAN ASAM
SULFAT DENGAN PROSES *BASAH* KAPASITAS 135.000 TON/TAHUN

***“PREDESIGN OF PHOSPHORIC ACID PLANT BY WET PROCESS USING
APATITE ROCK AND SULFURIC ACID WITH 135,000 TONS/YEAR
CAPACITY”***



Dosen Pembimbing:

Prof. Ir. MEILANA DHARMA PUTRA, ST., M.Sc., Ph.D., IPM., ASEAN ENG.

Oleh :

AULIA PUSVITA RAMADANI 1910814220007

DINDA KARTIKA DEWANGI 1910814320001

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU**

2023

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA

**Prarancangan Pabrik Asam Fosfat dari Batu Apatit dan Asam Sulfat dengan Proses
Basah Kapasitas 135.000 Ton/Tahun**

Oleh:

Aulia Pusvita Ramadani (1910814220007)

Dinda Kartika Dewangi (1910814320001)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 19 Desember 2023 dan
dinyatakan

LULUS

Komite Penguji :

Ketua : Dr. Abubakar Tuhuloula, S.T., M.T.
NIP. 197508202005011001

Anggota : Primata Mardina S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 19810324006042002

Pembimbing : Prof. Ir. Meilana Dharma Putra, S.T., M.Sc., Ph.D
NIP. 198205012006041014

Banjarbaru,
diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,

Koordinator Program Studi
S-1 Teknik Kimia,

Dr. Mahmud, S.T., M.T.
NIP. 197401071998021001

Dr. Ir. Doni Rahmat Wicakso, S.T., M.Eng.
NIP 198101122003121001



LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PRARANCANGAN PABRIK ASAM FOSFAT DARI BATU APATIT DAN ASAM
SULFAT DENGAN PROSES BASAH KAPASITAS 135.000 TON/TAHUN

Disusun Oleh :

AULIA PUSVITA RAMADANI (1910814220007)

DINDA KARTIKA DEWANGI (1910814320001)

Telah Disetujui Untuk Diseminarkann Di Program Studi S-1 Teknik Kimia
Universitas Lambung Mangkurat

Banjarbaru, 19 Desember 2023

Dosen Pembimbing



Prof. Ir. Meilana Dharma Putra, ST., M.Sc., Ph.D., IPM., ASEAN ENG.

NIP. 19820501 200604 1 014

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT karena atas rahmat-Nya maka penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Prarancangan Asam Fosfat dari Batu Apatit dan Asam Sulfat Kapasitas 135.000 Ton/Tahun". Tugas ini disusun dalam rangka memenuhi mata kuliah tugas akhir dan sebagai persyaratan memperoleh gelar sarjana pada Program Studi S-1 Teknik Kimia Universitas Lambung Mangkurat.

Dalam kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Orang tua, kakak, adik, dan seluruh keluarga besar kami yang telah memberikan segala bantuan, baik dukungan moral dan moril serta doa yang tiada henti kepada kami.
2. Bapak Prof. Ir. Meilana Dharma Putra, ST., M.Sc., Ph.D., IPM., ASEAN ENG. selaku dosen pembimbing tugas akhir kami yang telah membimbing dan memberikan bantuan berupa saran, masukan, dan ilmu yang berguna dalam kemajuan tugas akhir ini. Terimakasih pula karena Bapak telah meluangkan banyak waktu untuk kami berkonsultasi.
3. Seluruh dosen Program Studi Teknik Kimia yang telah memberikan bantuan dalam pengerjaan tugas akhir ini dan senantiasa memberikan banyak ilmu yang bermanfaat untuk kami selama masa perkuliahan.
4. Seluruh civitas akademik dan orang-orang yang ada disekitar Fakultas Teknik ULM Banjarbaru yang memberikan kami pelajaran dan pengalaman yang berharga, mengenai masalah perkuliahan atau pun yang tidak berkaitan dengan itu.
5. Seluruh staf Program Studi Teknik Kimia yang telah memberikan bantuan dalam urusan administrasi sebagai mahasiswa selama menuntut ilmu di ULM.
6. Teman-teman seperjuangan Teknik Kimia Universitas Lambung Mangkurat angkatan 2019 yang sangat kami sayangi (maaf tidak disebutkan satu-persatu) yang selalu membantu, selalu dengan senang hati berbagi informasi dan tukar pendapat mengenai tugas akhir, tanpa kalian semua kami tidak akan menjadi seperti sekarang dan tanpa adanya kalian masa perkuliahan kami tidak akan seberwarna dan seberkah

ini.

7. Seluruh keluarga besar Teknik Kimia ULM dan Alumni yang telah mau meluangkan waktunya untuk berbagi informasi, memberikan saran serta memberikan beberapa literatur yang sangat membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini. Serta terimakasih pula telah menerima kami dalam keluarga besar ini yang memiliki rasa kekeluargaan yang kuat dan memberikan kami banyak pelajaran yang berharga.

8. Teknisi Laboratorium Teknologi Proses, Operasi Teknik Kimia, dan Laboratorium Komputasi Proses yang telah mengizinkan kami untuk mengerjakan tugas akhir ini dan penelitian.

9. HIMATEKKIM ULM organisasi yang telah membesarkan nama kami dan juga memberikan pelajaran di luar perkuliahan yang sangat berguna nantinya.

10. Seluruh Teman dan Sahabat kami yang berada di luar sana yang tidak bisa disebutkan satu-persatu, terimakasih atas bantuan dan doanya.

11. Serta semua pihak yang telah memberikan masukan, bantuan dan kerjasamanya.

Kami menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangan, seperti kita ketahui bahwa tidak ada manusia yang sempurna di dunia ini, karena kesempurnaan hanya milik Allah SWT. Kami hanya bisa berusaha melakukan yang terbaik dan semaksimal mungkin. Adanya kekurangan pada tugas akhir ini maka kami mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi diperolehnya hasil yang maksimal dan terbaik dari tugas akhir ini. Semoga tugas akhir Prarancangan Pabrik ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Banjarbaru, November 2023

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
INTISARI	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	I-1
1.2 Tinjauan Pustaka	I-1
1.2.1 Asam Fosfat	I-1
1.2.2 Batu Apatit	I-2
1.2.3 Asam Sulfat.....	I-2
1.2.4 Gypsum	I-2
1.3 Penentuan Kapasitas Produksi.....	I-3
1.3.1 Proyeksi Kebutuhan Asam Fosfat di Indonesia.....	I-3
1.3.2 Ketersediaan Bahan Baku	I-3
1.3.3 Perkiraan Kebutuhan Asam Fosfat di Indonesia.....	I-3
1.3.4 Penentuan Lokasi Pabrik	I-5
1.4 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	I-7
1.4.1 Bahan Baku.....	I-7
1.4.2 Produk Utama	I-8
1.4.3 Produk Samping.....	I-9
BAB II URAIAN PROSES DAN DIAGRAM ALIR KUALITATIF	II-1
2.1 Jenis-Jenis Proses	II-1
2.1.1 Pembuatan Asam Fosfat Proses Tungku Listrik	II-1

2.1.2	Pembuatan Asam Fosfat Proses Oksidasi dan Hidrasi.....	II-1
2.1.3	Pembuatan Asam Fosfat Proses Basah	II-1
2.2	Seleksi Proses	II-2
2.3	Tinjauan Termodinamika	II-3
2.4	Harga Kesetimbangan Kimia (K).....	II-4
2.5	Tinjauan Kinetika	II-5
2.6	Uraian Proses.....	II-5
BAB III NERACA MASSA.....		III-1
3.1	<i>Ball Mill</i> (C-120).....	III-1
3.2	<i>Vibrating Screen</i> (H-122).....	III-2
3.3	<i>Mixer</i> (M-130).....	III-2
3.4	<i>Mixer</i> (M-142).....	III-3
3.5	Reaktor (R-210).....	III-4
3.6	<i>Rotary Drum Vacuum Filter</i> (H-320).....	III-5
3.7	Evaporator (V-330)	III-6
3.8	<i>Barometric Condensor</i> (E-331).....	III-8
3.9	<i>Rotary Dryer</i> (B-340).....	III-9
3.10	<i>Cyclone</i> (H-344).....	III-10
BAB IV NERACA PANAS.....		IV-1
4.1	<i>Mixer</i> (M-130).....	IV-1
4.2	<i>Mixer 2</i> (M-142).....	IV-2
4.3	Reaktor (R-210).....	IV-3
4.4	<i>Rotary Drum Vacuum Filter</i> (H-320).....	IV-4
4.5	Kondensor (E-310).....	IV-5
4.6	Evaporator (V-330)	IV-5
4.7	<i>Cooler</i> (E-334)	IV-6
4.8	<i>Rotary Dryer</i> (B-340).....	IV-7
4.9	<i>Air Heater</i> (E-343)	IV-7

4.10 Cyclone (H-344).....	IV-8
4.11 Cooling Conveyor (J-323).....	IV-9
4.12 Barometric Condensor (E-316).....	IV-10
BAB V SPESIFIKASI ALAT PROSES	V-1
5.1 Gudang Penyimpanan Batu Apatit (F-110).....	V-1
5.2 Belt Conveyor 1 (J-111).....	V-1
5.3 Hopper Batu Apatit (F-112).....	V-2
5.4 Ball Mill (C-120).....	V-2
5.5 Bucket Elevator (J-121).....	V-3
5.6 Screen (H-122).....	V-3
5.7 Belt Conveyor 2 (J-123).....	V-4
5.8 Bin (F-124).....	V-4
5.9 Belt Conveyor 3 (J-125).....	V-Error! Bookmark not defined.
5.10 Mixer (M-130).....	V-5
5.11 Pompa Mixer 1 (L-131).....	V-6
5.12 Tangki Penyimpanan Asam Sulfat (F-140).....	V-6
5.13 Pompa Tangki H ₂ SO ₄ (L-141).....	V-7
5.14 Mixer 2 (M-142).....	V-8
5.15 Pompa Mixer H ₂ SO ₄ (L-143).....	V-8
5.16 Reaktor (R-210).....	V-9
5.17 Pompa Reaktor (L-212).....	V-11
5.18 Blower (G-211).....	V-11
5.19 Kondensor (E-310).....	V-12
5.20 Tangki Penyimpanan Asam Floriuda (F-312).....	V-12
5.21 Pompa Kondensor (L-311).....	V-13
5.22 Rotary Drum Vacuum Filter (H-320).....	V-15
5.23 Pompa RDVF (L-321).....	V-15
5.24 Belt Conveyor 4 (J-322).....	V-16

5.25 Evaporator (V-330)	V-17
5.26 Cooler (E-334)	V-19
5.27 Pompa Evaporator (L-333).....	V-19
5.28 Tangki Penyimpanan Asam Fosfat (F-335)	V-20
5.29 Barometric Condensor (E-331)	V-20
5.31 Rotary Dryer (B-340).....	V-21
5.32 Blower 2 (G-341).....	V-21
5.33 Filter Udara (H-342).....	V-22
5.34 Air Heater (E-343)	V-22
5.35 Cyclone (H-344).....	V-23
5.36 Cooling Conveyor (J-345).....	V-23
5.37 Packaging Unit (P-346).....	V-24
5.38 Belt Conveyor 5 (J-347).....	V-25
5.39 Gudang Penyimpanan Gypsum (F-348).....	V-25
BAB VI INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA.....	VI-1
6.1 Instrumentasi	VI-1
6.2 Keselamatan Kerja	VI-7
6.2.1 Bahaya Kebakaran dan Peledakan	VI-9
6.2.2 Bahaya Mekanik	VI-11
6.2.3 Bahaya terhadap Kesehatan	VI-13
6.2.4 Bahaya Terhadap Listrik.....	VI-13
6.2.5 Alat Pelindung Diri (APD)	VI-13
BAB VII TATA LETAK PABRIK.....	VII-1
7.1 Lokasi Pabrik.....	VII-1
7.2 Tata Letak Bangunan dan Peralatan Pabrik.....	VII-5
7.2.1 Tata Letak Bangunan Pabrik.....	VII-6
7.2.2 Tata Letak Peralatan Proses.....	VII-10
BAB VIII ORGANISASI DAN MANAJEMEN PERUSAHAAN.....	VIII-1

8.1	Organisasi Perusahaan.....	VIII-1
8.1.1	Bentuk Perusahaan.....	VIII-1
8.1.2	Struktur Organisasi.....	VIII-3
8.2	Tugas dan Wewenang.....	VIII-1
8.2.1	Pemegang Saham.....	VIII-1
8.2.2	Dewan Komisaris.....	VIII-1
8.2.3	Direktur Utama.....	VIII-2
8.2.4	Direktur.....	VIII-1
8.2.5	Staff Ahli.....	VIII-1
8.2.6	Kepala Bagian.....	VIII-1
8.3	Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	VIII-2
8.4	Status Karyawan dan Sistem Upah.....	VIII-2
8.5	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji.....	VIII-1
8.5.1	Penggolongan Jabatan.....	VIII-1
8.5.2	Jumlah Karyawan dan Sistem Gaji Pegawai.....	VIII-1
8.6	Tata Tertib.....	VIII-1
8.7	BPJS Ketenagakerjaan dan Fasilitas Tenaga Kerja.....	VIII-2
BAB IX UTILITAS.....		IX-1
9.1	Unit Pengolahan Air.....	IX-1
9.1.1	Kebutuhan Uap (<i>Steam</i>).....	IX-1
9.1.2	Kebutuhan Air.....	IX-2
9.1.3	Pengolahan Air.....	IX-2
9.1.4	Spesifikasi Alat Unit Pengolahan Air.....	IX-3
9.2	Unit Penyedia Bahan Bakar.....	IX-1
9.3	Unit Pengolahan Limbah.....	IX-1
BAB X ANALISA EKONOMI.....		X-1
10.1	Penaksiran Harga Peralatan.....	X-1
10.2	Penentuan Investasi Modal Total (TCI).....	X-2

10.2.1 Investasi Modal Tetap (<i>Fixed Capital Investment</i>).....	X-2
10.2.2 Modal Kerja (WCI).....	X-4
10.2.3 <i>Plant Start Up</i>	X-5
10.3 Penentuan Biaya Total Produksi (TPC)	X-5
10.3.1 <i>Manufacturing Cost</i> (MC)	X-5
10.3.2 <i>General Expense</i>	X-8
10.4 Total Penjualan.....	X-9
10.5 Perkiraan Laba Usaha.....	X-9
10.6 Analisa Kelayakan.....	X-9
10.6.1 <i>Percent Profit on Sales</i> (POS)	X-10
10.6.2 <i>Percent Return On Investement</i> (ROI).....	X-10
10.6.3 Pay Out Time (POT).....	X-10
10.6.4 <i>Net Present Value</i> (NPV).....	X-11
10.6.5 <i>Interest Rate of Return</i> (IRR).....	X-11
10.6.6 <i>Break Even Point</i> (BEP)	X-12
10.6.7 <i>Shut Down Point</i> (SDP).....	X-12
BAB XI KESIMPULAN	XI-1
DAFTAR PUSTAKA	DP-1
LAMPIRAN A.....	A-1
LAMPIRAN B.....	B-1
LAMPIRAN C.....	C-1
LAMPIRAN D.....	D-1
LAMPIRAN E	E-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Perhitungan dengan Metode Regresi Linear	I-4
Gambar 2. 1 Diagram Alir Kuantatif Pembuatan Asam Fosfat Dari Batu Apatit Dan Asam Sulfat.....	II-8
Gambar 2. 2 Diagram Alir Kualitatif Pembuatan Asam Fosfat Dari Batu Apatit Dan Asam Sulfat.....	II-9
Gambar 7. 1 Peta Lokasi Rencana Pendirian Pabrik.....	VII-5
Gambar 7. 2 Bangunan Pabrik Asam Fosfat	VII-8
Gambar 8. 1 Bagan Stuktur Organisasi Perusahaan Pabrik Asam Fosfat	VIII-6
Gambar 10. 1 Break Event Point dan Shutdown Point Prarancangan Pabrik asam fosfat dengan Kapasitas 135.000 Ton/Tahun.....	X-15

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Perdagangan Asam Fosfat di Indonesia (BPS, 2023)	I-3
Tabel 2. 1 Seleksi Proses Pembuatan Asam Fosfat (Faith dan Keyes, 1975)	II-2
Tabel 2. 2 Nilai Entalpi dan Energi Gibbs Pembentukan Komponen	II-3
Tabel 3. 1 Neraca Massa Ball Mill	III-1
Tabel 3. 2 Neraca Massa Vibrating Screen	III-2
Tabel 3. 3 Neraca Massa Mixer 1	III-3
Tabel 3. 4 Neraca Massa Mixer 2	III-3
Tabel 3. 5 Neraca Massa Reaktor	III-4
Tabel 3. 6 Neraca Massa Rotary Drum Vacuum Filter	III-5
Tabel 3. 7 Neraca Massa Evaporator	III-7
Tabel 3. 8 Neraca Massa Barometirc Condensor	III-8
Tabel 3. 9 Neraca Massa Rotary Dryer	III-9
Tabel 3. 10 Cyclone	III-10
Tabel 4. 1 Neraca Panas Mixer	IV-2
Tabel 4. 2 Neraca Panas Mixer 2	IV-2
Tabel 4. 3 Neraca Panas Reaktor	IV-3
Tabel 4. 4 Neraca Panas Rotary Drum Vacuum Filter	IV-4
Tabel 4. 5 Neraca Panas Kondensor	IV-5
Tabel 4. 6 Neraca Panas Evaporator	IV-6
Tabel 4. 7 Neraca Panas Cooler	IV-6
Tabel 4. 8 Neraca Panas Rotary Dryer	IV-7
Tabel 4. 9 Neraca Panas Air Heater	IV-8
Tabel 4. 10 Neraca Panas Cyclone	IV-9
Tabel 4. 11 Neraca Panas Cooling Conveyor	IV-10
Tabel 4. 12 Neraca Panas Barometric Condensor	IV-10
Tabel 4. 13 Neraca Panas Jet Ejector	IV-Error! Bookmark not defined.
Tabel 6. 1 Instrumentasi pada Prarancangan Pabrik Asam Fosfat	VI-6

Tabel 6. 2	Alat-Alat Keselamatan Kerja pada Pabrik Asam Fosfat	VI-15
Tabel 7. 1	Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik	VII-9
Tabel 8. 1	Jadwal Kerja Masing-Masing Per Kelompok	VIII-1
Tabel 8. 2	Penggolongan Jabatan	VIII-1
Tabel 8. 3	Jumlah Karyawan pada Masing-Masing Bagian	VIII-2
Tabel 9. 1	Kebutuhan Steam	IX-2
Tabel 9. 2	Kebutuhan Air Pendingin	IX-2
Tabel 9. 3	Kebutuhan Air Proses	IX-2
Tabel 9. 4	Kebutuhan Air Sanitasi	IX-1
Tabel 9. 5	Kebutuhan Air Keseluruhan	IX-2
Tabel 9. 6	Standar Kualitas Air Bersih	IX-3
Tabel 9. 7	Syarat-Syarat Air Umpan Boiler	IX-3

INTISARI

Asam fosfat merupakan bahan yang multi fungsi dan dapat digunakan pada hampir semua bidang industri. Asam fosfat umumnya digunakan pada industri pupuk, industri cat, semen, detergen, pasta gigi, farmasi, sabun mandi, makanan (misalnya makanan ternak) dan lain sebagainya. Bahan baku pembuatan asam fosfat adalah batu apatit dan asam sulfat. Proses pembuatan asam fosfat dapat dilakukan dengan proses basah. Sebelum direaksikan dengan asam sulfat, batu apatit terlebih dahulu dihaluskan ukurannya. Kemudian batu apatit dilarutkan dengan air serta dinaikan suhunya menjadi 80°C. Sedangkan asam sulfat 98% diencerkan menjadi 94% dan dinaikan suhunya menjadi 80°C. Lalu kedua bahan baku tersebut diumpankan ke dalam reaktor alir tang berpengaduk dengan kondisi operasi 80°C dan 1 atm. Reaksi berlangsung secara eksotermis, sehingga untuk menjaga suhu larutan 80°C digunakan pendingin berupa *coil*. Hasil atas reaktor berupa HF yang diumpankan ke dalam kondensor, sedangkan hasil bawah berupa *sludge* yang diumpankan ke dalam *rotary drum vacuum filter*. Setelah itu hasil keluaran *rotary drum vacuum filter* dalam bentuk *cake* diumpankan ke dalam *rotary dryer*, sedangkan hasil keluaran dalam bentuk filtrat berupa asam fosfat diumpankan kedalam *centrifuge* lalu ke evaporator. Hasil keluar bawah evaporator berupa asam fosfat dengan kemurnian 75% yang mana selanjutnya ditampung dalam tangki asam fosfat dengan suhu 30°C.

Pabrik ini direncanakan akan berdiri pada tahun 2027 dengan kapasitas 135.000 ton/tahun di daerah Gresik, Jawa Timur. Pabrik ini direncanakan memiliki luas tanah sebesar ± 45,456 (termasuk daerah perluasan) m². Bentuk Perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT). Pabrik beroperasi selama 330 hari dalam setahun dengan jumlah tenaga kerja 118 orang.

Berdasarkan hasil Analisa ekonomi didapat modal tetap sebesar Rp. 1,140,399,490,776.74 dan diperoleh hasil penjualan yaitu sebesar Rp.7,903,492,490,241.70. Selain itu diperoleh juga *Return Of Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 42% dan *Return Of Investment* (ROI) sesudah 27%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak 1,93 tahun dan *Pay Out Time* (POT) sesudah pajak sebesar 2,69 tahun. Sehingga diperoleh *Break Event Point* (BEP) sebesar 51,76% dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 38,04%. Berdasarkan pertimbangan hasil evaluasi tersebut, maka pabrik asam fosfat dengan kapasitas 135.000 ton/tahun ini layak didirikan.

Kata Kunci: Asam fosfat, asam sulfat, batu apatit, reaktor