

**PRARANCANGAN PABRIK PUPUK NPK DARI AMONIA, ASAM  
FOSFAT DAN KALIUM KLORIDA DENGAN PROSES *MIXED ACID*  
ROUTE KAPASITAS 250.000 TON/TAHUN**

***PRE-DESIGN OF NPK FERTILIZER FACTORY FROM AMMONIA,  
PHOSPHORIC ACID AND POTASSIUM CHLORIDE WITH MIXED ACID  
ROUTE PROCESS WITH CAPACITY OF 250,000 TONS/YEAR***



**DISUSUN OLEH:**

<b>ADELIA SHERLY OKTAVIA</b>	<b>2110814320009</b>
<b>TITIK RINASTI</b>	<b>2110814220032</b>

**DOSEN PEMBIMBING:**

**Prof. Ir. CHAIRUL IRAWAN, S.T., M.T., Ph.D.**

**NIP. 19750404 200003 1 002**

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

**2025**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**TUGAS AKHIR PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA**

**Prarancangan Pabrik Pupuk NPK dari Amonia, Asam Fosfat dan Kalium  
Klorida dengan Proses Mixed Acid Route Kapasitas 250.000 Ton/Tahun**

Oleh:

Adelia Sherly Oktavia      (2110814320009)  
Titik Rinasti                      (2110814220032)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 18 Desember 2025 dan dinyatakan  
**LULUS**

**Komite Penguji:**

**Ketua** : Prof. Ir. Meilana Dharma Putra, S.T., M.Sc., Ph.D.  
NIP. 198205012006041014  
**Anggota** : Awali Sir Kautsar Harivram, S.T., M.T.  
NIP. 198910302020121006  
**Pembimbing** : Prof. Ir. Chairul Irawan, S.T., M.T., Ph.D.  
NIP. 197504042000031002

  
.....  
19/26  
101  
  
.....  
  
.....

Banjarbaru, 19 JAN 2026

Diketahui dan disahkan oleh:


**Wakil Dekan Bidang Akademik**

**Ketua Jurusan**


**Fakultas Teknik ULM,**

**Teknik Kimia,**



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



  
**Hesti Wijayanti, S.T., M.Eng., Ph.D.**  
NIP. 198005292005012003

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya jualah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Prarancangan Pabrik Pupuk NPK dari Amonia, Asam Fosfat dan Kalium Klorida dengan Proses *Mixed Acid Route* Kapasitas 250.000 Ton/Tahun”** dapat terselesaikan dengan tujuan sebagai salah satu syarat penyelesaian studi S-1 di Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua tercinta yang selalu memberikan do'a dan dukungan baik moral maupun material.
2. Ibu Hesti Wijayanti, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Koordinator Program Studi Teknik Kimia Universitas Lambung Mangkurat.
3. Bapak Prof. Ir. Chairul Irawan, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah banyak memberikan saran dan dukungan dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak Prof. Ir. Meilana Dharma Putra, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku dosen penguji 1 dan Bapak Awali Sir Kautsar Harivram, S.T., M.T. selaku penguji 2 yang telah memberikan saran dan masukan terhadap tugas akhir ini.
5. Seluruh dosen Program Studi S-1 Teknik Kimia yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah memberikan bantuan dalam pengerjaan tugas akhir ini dan senantiasa memberikan banyak ilmu yang bermanfaat bagi penulis selama masa perkuliahan.
6. Seluruh staf Program Studi S-1 Teknik Kimia yang telah memberikan banyak bantuan dalam urusan administrasi sebagai mahasiswa selama perkuliahan.
7. Teman-teman seperjuangan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat Angkatan 2021 yang selalu menemani dan kebersamai dari awal perkuliahan hingga akhir perkuliahan.

8. Seluruh keluarga besar Mahasiswa dan Alumni Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat yang telah meluangkan waktu untuk berbagi informasi, memberikan saran serta memberikan beberapa literatur yang sangat membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini.

Penulis menyadari keterbatasan sebagai mahasiswa yang tidak luput dari kesalahan, maka dengan senang hati penulis menerima saran dan kritik dari pembaca. Penulis berharap semoga tugas akhir prarancangan pabrik ini bermanfaat bagi penulis pribadi maupun pembaca yang membutuhkan informasi mengenai hal yang dibahas dalam laporan ini.

Banjarbaru, 02 Desember 2025

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	I-1
1.2 Tinjauan Pustaka .....	I-2
1.2.1 Pengertian dan Jenis Pupuk .....	I-2
1.2.2 Pengertian NPK .....	I-3
1.2.3 Mutu NPK.....	I-4
1.2.4 Kegunaan NPK.....	I-4
1.3 Pemilihan Kapasitas Perancangan.....	I-5
1.3.1 Kapasitas Produksi Pabrik NPK .....	I-5
1.3.1.1 Metode Regresi Linear .....	I-5
1.3.1.2 Metode <i>Discounted</i> .....	I-6
1.3.2 Ketersediaan Bahan Baku.....	I-8
1.3.3 Kapasitas Minimum Pabrik .....	I-9
1.4 Spesifikasi Bahan .....	I-10
1.4.1 Spesifikasi Bahan Baku .....	I-10
1.4.2 Spesifikasi Produk .....	I-14
<b>BAB II URAIAN PROSES.....</b>	<b>II-1</b>
2.1 Seleksi Proses.....	II-1
2.1.1 Macam – Macam Proses.....	II-1
2.1.2 Pemilihan Proses.....	II-3
2.2 Uraian Proses .....	II-4
2.2.1 Uraian Proses Produksi.....	II-4

2.2.2	Tinjauan Termodinamika .....	II-6
2.2.3	Tinjauan Kinetika .....	II-14
2.2.3.1	Reaksi 1 .....	II-14
2.2.3.2	Reaksi 2 .....	II-15
2.2.3.3	Reaksi 3 .....	II-15
2.3	Diagram Alir Kualitatif .....	II-16
2.4	Diagram Alir Kuantitatif .....	II-17
2.5	<i>Process Engineering Flow Diagram</i> .....	II-18
<b>BAB III NERACA MASSA .....</b>		<b>III-1</b>
3.1	Reaktor Pre-Neutralizer (R-210).....	III-1
3.2	<i>Pugmill</i> (M-170) .....	III-2
3.3	Granulator (S-220) .....	III-2
3.4	<i>Granulator Scrubber</i> (D-223).....	III-3
3.5	<i>Rotary Dryer</i> (B-230).....	III-4
3.6	<i>Screen</i> (H-310) .....	III-4
3.7	<i>Rotary Cooler</i> (B-320) .....	III-5
3.8	<i>Cyclone</i> (H-322).....	III-6
3.9	<i>Recycle Conveyor</i> (J-221) .....	III-6
3.10	<i>Dedusting Scrubber</i> (D-323).....	III-7
3.11	<i>Tail Gas Scrubber</i> (D-325).....	III-8
3.12	<i>Coating Drum</i> (X-410).....	III-8
<b>BAB IV NERACA PANAS .....</b>		<b>IV-1</b>
4.1	<i>Heater 01</i> (E-112) .....	IV-1
4.2	Reaktor Pre-Neutralizer (R-210).....	IV-2
4.3	Granulator (S-220) .....	IV-2
4.4	<i>Granulator Scrubber</i> (D-223).....	IV-3
4.5	<i>Rotary Dryer</i> (B-230).....	IV-4
4.6	<i>Heater 02</i> (E-232) .....	IV-4
4.7	<i>Rotary Cooler</i> (B-320) .....	IV-5
4.8	<i>Cyclone</i> (H-322).....	IV-6
4.9	<i>Recycle Conveyor</i> (J-221) .....	IV-6

4.10	<i>Dedusting Scrubber (D-232)</i> .....	IV-7
4.11	<i>Tail Gas Scrubber (D-323)</i> .....	IV-8
4.12	<i>Melter Coating Oil (X-411)</i> .....	IV-8
4.13	<i>Coating Drum (X-410)</i> .....	IV-9
<b>BAB V SPESIFIKASI ALAT .....</b>		<b>V-1</b>
5.1	Tangki Amonia (F-110).....	V-1
5.2	Pompa Amonia (L-111).....	V-1
5.3	<i>Heater 01 (E-112)</i> .....	V-2
5.4	Tangki Asam Sulfat (F-120).....	V-2
5.5	Pompa Asam Sulfat (L-121).....	V-3
5.6	Tangki Asam Fosfat (F-130) .....	V-4
5.7	Pompa Asam Fosfat (L-131) .....	V-4
5.8	Gudang Urea (F-140).....	V-5
5.9	<i>Belt Conveyor Urea (J-141)</i> .....	V-5
5.10	<i>Bucket Elevator Urea (J-142)</i> .....	V-6
5.11	Bin Urea (F-143).....	V-6
5.12	Gudang ZA (F-150).....	V-7
5.13	<i>Belt Conveyor ZA (J-151)</i> .....	V-7
5.14	<i>Bucket Elevator ZA (J-152)</i> .....	V-8
5.15	Bin ZA (F-153).....	V-8
5.16	Gudang KCl (F-160) .....	V-9
5.17	<i>Belt Conveyor KCl (J-161)</i> .....	V-9
5.18	<i>Bucket Elevator KCl (J-162)</i> .....	V-10
5.19	Bin KCl (F-163).....	V-10
5.20	<i>Pugmill (M-170)</i> .....	V-11
5.21	Reaktor Pre-Neutralizer (R-210).....	V-11
5.22	Pompa Pre-Neutralizer (L-211).....	V-13
5.23	Granulator (S-220) .....	V-13
5.24	<i>Recycle Conveyor (J-221)</i> .....	V-18
5.25	<i>Bucket Elevator (J-222)</i> .....	V-18
5.26	<i>Granulator Scrubber (D-223)</i> .....	V-19

5.27	<i>Pompa Granulator Scrubber (L-224)</i> .....	V-19
5.28	<i>Blower 01 (G-225)</i> .....	V-20
5.29	<i>Belt Conveyor Rotary Dryer (J-226)</i> .....	V-20
5.30	<i>Rotary Dryer (B-230)</i> .....	V-21
5.31	<i>Blower 02 (G-231)</i> .....	V-21
5.32	<i>Heater 02 (E-232)</i> .....	V-22
5.33	<i>Bucket Elevator Screen (J-233)</i> .....	V-22
5.34	<i>Screen (H-310)</i> .....	V-23
5.35	<i>Hammer Mill (C-311)</i> .....	V-23
5.36	<i>Belt Conveyor Rotary Cooler (J-312)</i> .....	V-24
5.37	<i>Rotary Cooler (B-320)</i> .....	V-24
5.38	<i>Blower 03 (G-321)</i> .....	V-25
5.39	<i>Cyclone (H-322)</i> .....	V-25
5.40	<i>Dedusting Scrubber (D-323)</i> .....	V-26
5.41	<i>Blower 04 (G-432)</i> .....	V-26
5.42	<i>Tail Gas Scrubber (D-325)</i> .....	V-27
5.43	<i>Bucket Elevator Coating Drum (J-326)</i> .....	V-27
5.44	<i>Coating Drum (X-410)</i> .....	V-28
5.45	<i>Melter Coating Oil (X-411)</i> .....	V-29
5.46	<i>Pompa Melter Coating Oil (L-412)</i> .....	V-30
5.47	<i>Bin Coating Powder (F-413)</i> .....	V-30
5.48	<i>Screw Conveyor Coating Powder (J-414)</i> .....	V-31
5.49	<i>Belt Conveyor Packaging Unit (J-415)</i> .....	V-31
5.50	<i>Packaging Unit (P-510)</i> .....	V-32
5.51	<i>Belt Conveyor NPK (J-511)</i> .....	V-32
5.52	<i>Gudang NPK (F-520)</i> .....	V-33
<b>BAB VI INSTRUMENTASI</b> .....		<b>VI-1</b>
<b>BAB VII KESELAMATAN, KESEHATAN KERJA DAN LINGKUNGAN</b>		
<b>PABRIK KIMIA (ANALISIS HAZID DAN HAZOP)</b> .....		<b>VII-1</b>
7.1	<i>Latar Belakang</i> .....	VII-1
7.2	<i>Identifikasi Hazard Bahan</i> .....	VII-3

7.3	Identifikasi Potensi Paparan Bahan.....	VII-12
7.3.1	Identifikasi Potensi Paparan Bahan Kimia .....	VII-12
7.3.2	Identifikasi Potensi Paparan Fisis.....	VII-14
7.4	Identifikasi Potensi Paparan Bahan.....	VII-17
7.4.1	Identifikasi <i>Hazard</i> Limbah Gas dalam Proses .....	VII-17
7.4.2	Identifikasi <i>Hazard</i> Limbah Cair dalam Proses.....	VII-18
7.4.3	Identifikasi <i>Hazard</i> Limbah Padat dalam Proses.....	VII-20
7.5	Identifikasi <i>Hazard</i> Peralatan Proses .....	VII-22
7.5.1	Identifikasi <i>Hazard</i> Kondisi Peralatan Proses .....	VII-22
7.5.2	Identifikasi <i>Hazard</i> Kondisi Peralatan Pengolahan Air.....	VII-33
7.5.3	Identifikasi <i>Hazard Plant Layout</i> dan Lokasi Pabrik .....	VII-42
7.6	HAZOP ( <i>Hazard and Operability Study</i> ).....	VII-57
7.6.1	Deskripsi.....	VII-57
7.6.2	Potensi Bahaya dalam Sistem.....	VII-58
7.6.2.1	Potensi Bahaya dalam <i>Node</i> Sistem Reaktor.....	VII-58
7.6.2.2	Potensi Bahaya dalam <i>Node Jacket</i> Pendingin.....	VII-59
7.6.2.3	Potensi Bahaya dalam <i>Node</i> Agitator .....	VII-60
7.6.2.4	Potensi Bahaya dalam <i>Node</i> LIC dan TIC.....	VII-60
7.6.2.5	Potensi Bahaya dalam <i>Node Input</i> dan <i>Output</i> Reaktor .....	VII-61
7.6.3	Estimasi <i>Consequences</i> .....	VII-62
7.6.3.1	Estimasi <i>Consequences Node</i> Reaktor .....	VII-62
7.6.3.2	Estimasi <i>Consequences Node Jacket</i> Pendingin.....	VII-63
7.6.3.3	Estimasi <i>Consequences Node</i> Agitator .....	VII-63
7.6.3.4	Estimasi <i>Consequences Node</i> LIC dan TIC .....	VII-64
7.6.3.5	Estimasi <i>Consequences Node Input</i> dan <i>Output</i> Reaktor .....	VII-65
7.6.4	Analisi Risiko .....	VII-66
7.7	Rekomendasi Mitigasi.....	VII-68
7.8	Kesimpulan .....	VII-78
<b>BAB VIII TATA LETAK PABRIK.....</b>		<b>VIII-1</b>
8.1	Lokasi Pabrik .....	VIII-1
8.2	Tata Letak Bangunan dan Alat Proses.....	VIII-7

8.2.1	<i>Layout</i> Pabrik.....	VIII-8
8.2.2	Tata Letak Alat Proses .....	VIII-12
<b>BAB IX ORGANISASI DAN MANAJEMEN PERUSAHAAN.....</b>		<b>IX-1</b>
9.1	Bentuk Badan Usaha Perusahaan.....	IX-1
9.2	Manajemen Perusahaan.....	IX-3
9.3	Struktur Organisasi Perusahaan .....	IX-4
9.4	Uraian Tugas, Wewenang dan Tanggung Jawab .....	IX-7
9.4.1	Pemegang Saham.....	IX-7
9.4.2	Dewan Komisaris .....	IX-7
9.4.3	Direktur Utama .....	IX-7
9.4.4	Staf Ahli.....	IX-8
9.4.5	Direktur.....	IX-9
9.4.6	Sekretaris .....	IX-9
9.4.7	Kepala Bagian.....	IX-9
9.4.8	Kepala Seksi .....	IX-11
9.4.9	Kepala Sub-Seksi.....	IX-15
9.5	Pembagian Jam Kerja Karyawan .....	IX-15
9.6	Status Karyawan dan Sistem Upah .....	IX-17
9.7	Penggolongan Jabatan, Jumlah dan Gaji Karyawan .....	IX-17
9.7.1	Penggolongan Jabatan Kerja .....	IX-17
9.7.2	Jumlah Karyawan dan Sistem Gaji Karyawan .....	IX-19
9.8	Tata Tertib .....	IX-21
9.9	BPJS Ketenagakerjaan dan Fasilitas Tenaga Kerja.....	IX-22
<b>BAB X UTILITAS.....</b>		<b>X-1</b>
10.1	Unit Pengolahan Air.....	X-1
10.1.1	Kebutuhan Uap ( <i>Steam</i> ).....	X-1
10.1.2	Kebutuhan Air Pendingin .....	X-3
10.1.3	Air Sanitasi .....	X-4
10.1.4	Pengolahan Air .....	X-5
10.2	Spesifikasi Alat Unit Pengolahan Air.....	X-12
10.2.1	<i>Sreening</i> (H-112) .....	X-12

10.2.2	Pompa <i>Raw Material</i> (L-113).....	X-12
10.2.3	Bak Ekualisasi (F-110) .....	X-13
10.2.4	Pompa Bak Ekualisasi (L-114).....	X-13
10.2.5	Bak Sedimentasi (F-120).....	X-14
10.2.6	Pompa Bak Sedimentasi (L-121).....	X-14
10.2.7	Tangki Alum (F-122).....	X-15
10.2.8	Pompa Alum (L-123).....	X-15
10.2.9	<i>Static Mixer</i> Alum (M-124).....	X-16
10.2.10	<i>Clarifier</i> (H-130) .....	X-16
10.2.11	Pompa <i>Clarifier</i> (L-131).....	X-16
10.2.12	Bak Penampung <i>Clarifier</i> (F-140).....	X-17
10.2.13	Pompa <i>Sand Filter</i> (L-141).....	X-17
10.2.14	<i>Sand Filter</i> (H-150) .....	X-18
10.2.15	Bak Penampung Air Bersih (F-160) .....	X-18
10.2.16	Pompa <i>Water Proses</i> (L-161) .....	X-19
10.2.17	Pompa <i>Hydrant Fire</i> (L-162).....	X-19
10.2.18	Pompa Bak Air Bersih (L-163).....	X-20
10.2.19	Pompa Cation Exchanger (L-164).....	X-20
10.2.20	Bak Penampung Air Sanitasi (F-210).....	X-21
10.2.21	Pompa Air Sanitasi (L-211).....	X-21
10.2.22	Tangki Klor (F-212).....	X-22
10.2.23	Pompa Klor (L-213) .....	X-22
10.2.24	<i>Cation Exchanger</i> (KE-220).....	X-23
10.2.25	Tangki HCl (F-221) .....	X-24
10.2.26	Pompa Tangki HCl (L-222).....	X-24
10.2.27	Pompa <i>Anion Exchanger</i> (L-223).....	X-25
10.2.28	<i>Anion Exchanger</i> (AE-230).....	X-25
10.2.29	Tangki NaOH (F-231) .....	X-26
10.2.30	Pompa Tangki NaOH (L-232) .....	X-26
10.2.31	Pompa <i>Softening Water Tank</i> (L-233) .....	X-27
10.2.32	Tangki <i>Softening Water</i> (F-240) .....	X-27

10.2.33	Pompa <i>Softening Water</i> (L-241) .....	X-28
10.2.34	Bak Penampung <i>Water</i> (F-250) .....	X-28
10.2.35	Pompa <i>Cooling Water</i> (L-251) .....	X-29
10.2.36	<i>Cooling Tower</i> (P-270) .....	X-29
10.2.37	Pompa <i>Cooling Tower</i> (L-251) .....	X-30
10.2.38	<i>Daerator</i> (D-280) .....	X-30
10.2.39	Tangki <i>Hydrazin</i> (F-281) .....	X-31
10.2.40	Pompa <i>Hydrazin</i> (L-282) .....	X-31
10.2.41	Pompa Air Umpan <i>Boiler</i> (L-283) .....	X-32
10.3	Unit Penyedia <i>Steam</i> .....	X-32
10.4	Unit Pembangkit Listrik .....	X-33
10.5	Unit Penyedia Bahan Bakar .....	X-33
10.5.1	Tangki Bahan Bakar .....	X-34
10.5.2	Pompa Bahan Bakar .....	X-34
10.6	Unit Pengolahan Limbah .....	X-34
10.6.1	Bak Penampung Limbah .....	X-35
10.6.2	Bak Pengendapan Limbah .....	X-36
10.6.3	Bak Aerasi .....	X-36
10.7	PFD Utilitas .....	X-37
<b>BAB XI ANALISA EKONOMI .....</b>		<b>XI-1</b>
11.1	Penaksiran Harga Peralatan .....	XI-1
11.2	Penentuan Investasi Modal Total (TCI) .....	XI-2
11.2.1	Investasi Modal Tetap ( <i>Fixed capital investment</i> ) .....	XI-3
11.2.2	Modal Kerja/ <i>Working Capital</i> (WC) .....	XI-4
11.2.3	Plant Start Up .....	XI-5
11.3	Penentuan Biaya Total Produksi (TPC) .....	XI-5
11.3.1	<i>Manufacturing Cost</i> (MC) .....	XI-5
11.3.2	<i>General Expense</i> .....	XI-7
11.4	Total Penjualan .....	XI-8
11.5	Perkiraan Laba Usaha .....	XI-9
11.6	Analisis Kelayakan .....	XI-9

11.6.1	<i>Percent Profit on Sales (POS)</i> .....	XI-9
11.6.2	<i>Percent Return On Investement (ROI)</i> .....	XI-9
11.6.3	<i>Pay Out Time (POT)</i> .....	XI-10
11.6.4	<i>Net Present Value (NPV)</i> .....	XI-10
11.6.5	<i>Interest Rate of Return (IRR)</i> .....	XI-11
11.6.6	<i>Break Even Point (BEP)</i> .....	XI-11
11.6.7	<i>Shut Down Point (SDP)</i> .....	XI-12
<b>BAB XII KESIMPULAN</b> .....		<b>XII-1</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....		<b>DP-1</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Pupuk NPK.....	I-4
Gambar 1. 2 Grafik Perhitungan dengan Metode Regresi Linear.....	II-6
Gambar 2. 1 Diagram Alir Kualitatif Prarancangan Pabrik Pupuk NPK dari Amonia, Asam Fosfat dan Kalium Klorida dengan Proses <i>Mixed Acid Route</i> Kapasitas 250.000 Ton/Tahun .....	II-16
Gambar 2. 2 Diagram Alir Kuantitatif Prarancangan Pabrik Pupuk NPK dari Amonia, Asam Fosfat dan Kalium Klorida dengan Proses <i>Mixed Acid Route</i> Kapasitas 250.000 Ton/Tahun .....	II-17
Gambar 2. 3 <i>Process Engineering Flow Diagram</i> Prarancangan Pabrik Pupuk NPK dari Amonia, Asam Fosfat dan Kalium Klorida dengan Proses <i>Mixed Acid Route</i> Kapasitas 250.000 Ton/Tahun .....	II-18
Gambar 7. 1 <i>Study Nodes</i> Analisis HAZOP pada CSTR (R-210) .....	VII-58
Gambar 8. 1 Peta Lokasi Rencana Pendirian Pabrik Pupuk NPK .....	VIII-7
Gambar 8. 2 Tata Letak Bangunan Pabrik Pupuk NPK .....	VIII-10
Gambar 8. 3 Tata Letak Alat Proses Pabrik Pupuk NPK .....	VIII-14
Gambar 9. 1 Bagan Struktur Organisasi Perusahaan .....	IX-6
Gambar 10. 1 Unit Utilitas Prarancangan Pabrik Pupuk NPK dari Amonia, Asam Fosfat dan Kalium Klorida dengan Proses <i>Mixed Acid Route</i> Kapasitas 250.000 Ton/Tahun .....	X-37
Gambar 11. 1 <i>Break Event Point</i> dan <i>Shut Down Point</i> Prarancangan Pabrik Pupuk NPK dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun.....	XI-13

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Macam-macam Pupuk Anorganik .....	I-3
Tabel 1. 2 Syarat Mutu NPK .....	I-4
Tabel 1. 3 Data Ekspor dan Impor NPK di Indonesia.....	I-5
Tabel 1. 4 Data Hasil Produksi Amoniak .....	I-8
Tabel 1. 5 Data Hasil Produksi Urea .....	I-9
Tabel 1. 6 Data Hasil Impor KCl dari Berbagai Negara .....	I-9
Tabel 1. 7 Kapasitas Pabrik Pupuk NPK di Indonesia .....	I-10
Tabel 1. 8 Spesifikasi Amonia ( $\text{NH}_3$ ).....	I-10
Tabel 1. 9 Spesifikasi Asam Sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) .....	I-11
Tabel 1. 10 Spesifikasi Asam Fosfat ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ).....	I-11
Tabel 1. 11 Spesifikasi Urea ( $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ ).....	I-12
Tabel 1. 12 Spesifikasi Ammonium Sulfat ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ) .....	I-13
Tabel 1. 13 Spesifikasi Kalium Klorida (KCl).....	I-14
Tabel 1. 14 Spesifikasi Produk Pupuk NPK.....	I-14
Tabel 2. 1 Perbandingan Proses Pembuatan NPK.....	II-3
Tabel 2. 2 Data Entalpi Pembentukan pada 25°C (298,15 K).....	II-7
Tabel 2. 3 Harga Energi Bebas Gibbs pada 25°C (298,15 K) .....	II-10
Tabel 3. 1 Neraca Massa Reaktor Pre-Neutralizer (R-210) .....	III-1
Tabel 3. 2 Neraca Massa <i>Pugmill</i> (M-170) .....	III-2
Tabel 3. 3 Neraca Massa Granulator (S-220).....	III-3
Tabel 3. 4 Neraca Massa <i>Granulator Scrubber</i> (D-223).....	III-3
Tabel 3. 5 Neraca Massa <i>Rotary Dryer</i> (B-230) .....	III-4
Tabel 3. 6 Neraca Massa <i>Screen</i> (H-310).....	III-5
Tabel 3. 7 Neraca Massa <i>Rotary Cooler</i> (B-320).....	III-5
Tabel 3. 8 Neraca Massa <i>Cyclone</i> (H-322) .....	III-6
Tabel 3. 9 Neraca Massa <i>Recycle Conveyor</i> (J-221).....	III-7
Tabel 3. 10 Neraca Massa <i>Dedusting Scrubber</i> (D-323) .....	III-7
Tabel 3. 11 Neraca Massa <i>Tail Gas Scrubber</i> (D-325) .....	III-8

Tabel 3. 12 Neraca Massa <i>Coating Drum</i> (X-410) .....	III-9
Tabel 4. 1 Neraca Panas <i>Heater</i> 01 (E-112).....	IV-1
Tabel 4. 2 Neraca Panas Reaktor Pre-Neutralizer (R-210) .....	IV-2
Tabel 4. 3 Neraca Panas Granulator (S-220).....	IV-3
Tabel 4. 4 Neraca Panas <i>Granulator Scrubber</i> (D-223) .....	IV-3
Tabel 4. 5 Neraca Panas <i>Rotary Dryer</i> (B-230) .....	IV-4
Tabel 4. 6 Neraca Panas <i>Heater</i> 02 (E-232).....	IV-5
Tabel 4. 7 Neraca Panas <i>Rotary Cooler</i> (B-320).....	IV-5
Tabel 4. 8 Neraca Panas <i>Cyclone</i> (H-322) .....	IV-6
Tabel 4. 9 Neraca Panas <i>Recycle Conveyor</i> (J-221).....	IV-7
Tabel 4. 10 Neraca Panas <i>Dedusting Scrubber</i> (D-232) .....	IV-7
Tabel 4. 11 Neraca Panas <i>Tail Gas Scrubber</i> (D-323) .....	IV-8
Tabel 4. 12 Neraca Panas <i>Melter Coating Oil</i> (X-411).....	IV-9
Tabel 4. 13 Neraca Panas <i>Coating Drum</i> (X-410) .....	IV-9
Tabel 6. 1 Instrumentasi pada Prarancangan Pabrik Pupuk NPK .....	VI-6
Tabel 7. 1 <i>Guide Word</i> dan Deviasi Komponen <i>Node</i> Reaktor .....	VII-59
Tabel 7. 2 <i>Guide Word</i> dan Deviasi Komponen <i>Jacket</i> Pendingin.....	VII-59
Tabel 7. 3 <i>Guide Word</i> dan Deviasi Komponen Agitator .....	VII-60
Tabel 7. 4 <i>Guide Word</i> dan Deviasi Komponen <i>Node</i> TIC dan LIC .....	VII-61
Tabel 7. 5 <i>Guid Word</i> dan Deviasi Komponen <i>Node Input</i> Reaktor .....	VII-61
Tabel 7. 6 <i>Guide Word</i> dan Deviasi Komponen <i>Node Output</i> Reaktor.....	VII-62
Tabel 7. 7 Estimasi <i>Consequences Node</i> Reaktor .....	VII-62
Tabel 7. 8 Estimasi <i>Consequences Node Jacket</i> Pendingin .....	VII-63
Tabel 7. 9 Estimasi <i>Consequences Node</i> Agitator.....	VII-63
Tabel 7. 10 Estimasi <i>Consequences node</i> LIC dan TIC .....	VII-64
Tabel 7. 11 Estimasi <i>Consequences Node Input</i> Reaktor .....	VII-65
Tabel 7. 12 Estimasi <i>Consequences Node Output</i> Reaktor .....	VII-65
Tabel 7. 13 Penilaian <i>Risk Matrix</i> menurut ISO 45001 .....	VII-66
Tabel 7. 14 Analisis Risiko <i>Node</i> Reaktor .....	VII-66
Tabel 7. 15 Analisis Risiko <i>Node Jacket</i> Pendingin.....	VII-67
Tabel 7. 16 Analisis Risiko <i>Node</i> Agitator.....	VII-67

Tabel 7. 17 Analisis Risiko <i>Node</i> LIC dan TIC.....	VII-67
Tabel 7. 18 Analisis Risiko <i>Node Input</i> dan <i>Output</i> Reaktor .....	VII-67
Tabel 7. 19 Rekomendasi Mitigasi Analisis HAZOP Reaktor CSTR .....	VII-68
Tabel 8. 1 Perincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik.....	VIII-11
Tabel 9. 1 Jadwal Siklus Kerja Masing-Masing Per Kelompok .....	IX-16
Tabel 9. 2 Penggolongan Jabatan Kerja .....	IX-17
Tabel 9. 3 Jumlah Karyawan dan Rincian Gaji Karyawan .....	IX-19
Tabel 10. 1 Kebutuhan <i>Steam</i> .....	X-3
Tabel 10. 2 Kebutuhan Air Pendingin .....	X-4
Tabel 10. 3 Kebutuhan Air Sanitasi.....	X-5
Tabel 10. 4 Kebutuhan Air Keseluruhan .....	X-5
Tabel 10. 5 Karakteristik Fisika Air Sungai Bengawan Solo.....	X-6
Tabel 10. 6 Karakteristik Kimia Air Sungai Bengawan Solo.....	X-6
Tabel 10. 7 Karakteristik Biologi Air Sungai Bengawan Solo.....	X-6
Tabel 10. 8 Standar Kualitas Air Bersih.....	X-7
Tabel 10. 9 Syarat-Syarat Air Umpan Boiler .....	X-12

## INTISARI

Pupuk NPK merupakan salah satu jenis pupuk tidak organik atau tidak berasal dari sumber alami dan banyak dipakai dalam pertanian modern untuk memperbaiki kadar nutrisi di tanah yang dibutuhkan tanaman. Kebutuhan pupuk NPK di Indonesia sangat tinggi, maka perlu dilakukan prarancangan pabrik pupuk NPK berkapasitas sebesar 250.000 ton/tahun. Pabrik pupuk NPK direncanakan berdiri pada tahun 2030 dengan menggunakan proses *mixed acid route*, dimana terdapat dua proses yaitu proses reaksi dan pencampuran. Pada proses ini digunakan bahan baku cair dan padat. Bahan baku cair berupa amonia, asam sulfat dan asam fosfat. Sedangkan bahan padat berupa urea, ZA dan KCl. Tahap pertama dari proses ini adalah pereaksian bahan baku cair didalam reaktor pre-neutralizer (RATB) secara eksotermis dengan kondisi operasi 110°C dan tekanan 1 atm, selanjutnya keluaran reaktor pre-neutralizer yang berbentuk *slurry* masuk ke dalam granulator dan diumpungkan bahan padat juga untuk membentuk butiran produk. Di dalam granulator dengan kondisi suhu 80°C dan tekanan 1 atm menghasilkan bentuk granul yang kemudian masuk ke *rotary dryer* untuk dikeringkan menggunakan udara panas kering 110°C hingga kadar air mencapai 1,5%. Lalu dipisahkan berdasarkan ukuran menggunakan *double deck vibrating screen*, produk *onsize* akan masuk ke *rotary cooler* untuk diturunkan suhunya menggunakan udara dingin lingkungan (30°C), produk *oversize* diperkecil ukurannya menggunakan *hammer mill*, sedangkan produk *undersize* akan langsung ke *recycle conveyor*. Setelah diturunkan suhunya pada *rotary cooler*, produk masuk ke *coating drum* untuk dilapisi dengan *coating oil* dan *coating powder* agar tidak terjadi *caking* pada saat penyimpanan produk. Setelah dari *coating drum*, produk dikemas dan disimpan di gudang penyimpanan NPK dan siap dijual ke konsumen. Dengan kapasitas 250.000 ton/tahun, pabrik ini akan dirancang untuk memenuhi kebutuhan pupuk NPK di dalam negeri. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan pupuk NPK yaitu amonia sebanyak 4.436,4005 kg/jam, asam sulfat sebanyak 6.893,8005 kg/jam, asam fosfat sebanyak 10.022,7095 kg/jam, urea sebanyak 315,6566 kg/jam, ZA sebanyak 4.618,9871 kg/jam, KCl sebanyak 7.891,4141 kg/jam, *coating powder* sebanyak 23,7332 kg/jam dan *coating oil* sebanyak 23,7332 kg/jam. Pabrik beroperasi selama 330 hari pertahun. Lokasi yang dipilih untuk mendirikan pabrik ini berada di Kawasan Industri Gresik, Jawa Timur dengan area lahan seluas 57.170 m<sup>2</sup>. Kebutuhan air utilitas diambil dari Sungai Bengawan Solo sebanyak 142.369,36 kg/jam. Pabrik ini membutuhkan tenaga kerja sebanyak 205 orang dengan bentuk Perseroan Terbatas (PT) dan sistem yang digunakan adalah sistem organisasi dan staf.

Berdasarkan perhitungan analisa ekonomi pendirian pabrik pupuk NPK dibutuhkan modal tetap sebesar Rp682.073.593.158,2. sedangkan untuk modal kerja sebesar Rp650.453.272.341,49. Total *manufacturing cost* yaitu sebesar Rp2.917.369.201.850,93. Biaya yang dikeluarkan untuk produksi yaitu sebesar Rp3.401.050.155.548,94. dengan total harga jual produk pupuk NPK sebesar Rp3.568.802.425.975,09. Keuntungan yang diperoleh dari pendirian pabrik sebelum pajak sebesar Rp96.189.865.701,80. dan sesudah pajak sebesar Rp75.028.095.247,41. Berdasarkan perhitungan evaluasi ekonomi pendirian pabrik pupuk NPK didapatkan nilai *Return on Investment (ROI)* sesudah pajak sebesar 11%, *Pay Out Time (POT)* sesudah pajak selama 5,3 tahun. Sedangkan nilai *Break Even Point (BEP)* sebesar 40% dan *Shut Down Point (SDP)* sebesar 24%. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa pabrik ini dapat dipertimbangkan pendiriannya dan dapat diteruskan ke tahap perencanaan pabrik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan.

**Kata kunci:** Pupuk, NPK, *Mixed Acid Route*