

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PRARANCANGAN PABRIK KALSIMUM KLORIDA DARI BATU KAPUR
DAN ASAM KLORIDA DENGAN PROSES ASIDIFIKASI KAPASITAS
PRODUKSI 15.000 TON/TAHUN**

***PRE-DESIGN OF CALCIUM CHLORIDE PLANT BY ACIDIFICATION
PROCESS BETWEEN LIMESTONE AND HYDROCHLORIC ACID WITH
15.000 TONS/YEAR CAPACITY***



Oleh:

Sitti Nor Aisyah

2210814120004

Siti Zakirah

2210814220014

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

2026

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR JURUSAN S-1 TEKNIK KIMIA

Prarancangan Pabrik Kalsium Klorida Dari Batu Kapur dan Asam Klorida
Dengan Proses Asidifikasi Kapasitas 15.000 Ton/Tahun

Oleh:

Sitti Nor Aisyah (2210814120004)
Siti Zakirah (2210814220014)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 01 Oktober 2026 dan dinyatakan
LULUS

Komite Penguji:

Penguji 1 : Ir. Primata Mardina, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 198103242006042002
Penguji 2 : Prof. Ir. Iryanti F. Nata, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 197501132000032003
Pembimbing : Prof. Ir. Muthia Elma, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP. 197405212002122003



Banjarbaru, 09 Oktober 2026

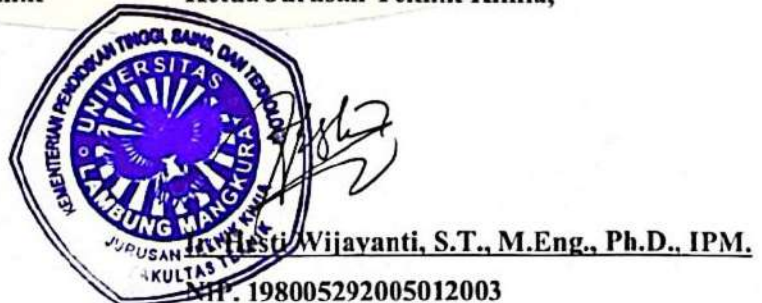
Diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,

Ketua Jurusan Teknik Kimia,



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



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

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PRARANCANGAN PABRIK KALSIUM KLORIDA DARI BATU KAPUR
DAN ASAM KLORIDA DENGAN PROSES ASIDIFIKASI KAPASITAS
PRODUKSI 15.000 TON/TAHUN**

***PRE-DESIGN OF CALCIUM CHLORIDE PLANT BY ACIDIFICATION
PROCESS BETWEEN LIMESTONE AND HYDROCHLORIC ACID WITH
15.000 TONS/YEAR CAPACITY***

Disusun Oleh:

SITTI NOR AISYAH

2210814120004

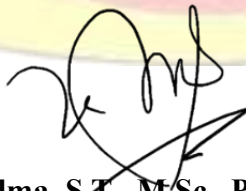
SITI ZAKIRAH

2210814220014

Telah disetujui untuk diseminarkan di Program Studi S-1 Teknik Kimia
Universitas Lambung Mangkurat

Banjarbaru, 10 September 2026

Dosen Pembimbing



Prof. Ir. Muthia Elma, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM., ASEAN Eng., INV.

NIP. 19740521 200212 2 003

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN
HASIL TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	NIM
Sitti Nor Aisyah	2210814120004
Siti Zakirah	2210814220014

Menyatakan bahwa seluruh komponen dan isi dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung risiko dan konsekuensi apapun.

Demikian pernyataan ini kami buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Banjarbaru, 14 Oktober 2026



Sitti Nor Aisyah

NIM. 2210814120004

Banjarbaru, 14 Oktober 2026



Siti Zakirah

NIM. 2210814220014

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunia dan hidayah-Nya kami dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Prarancangan Pabrik Kalsium Klorida dari Batu Kapur dan Asam Klorida dengan Proses Asidifikasi Kapasitas Produksi 15.000 Ton/Tahun” sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi S-1 dan memperoleh gelar Sarjana Teknik di Program Studi S-1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.

1. Orang tua tercinta, kakak, adik, dan seluruh keluarga besar kami yang telah memberikan segala bantuan, dukungan moral dan moril serta do'a yang tiada henti kepada kami mulai dari awal kuliah hingga kami menyelesaikan perkuliahan.
2. Ibu Ir. Hesti Wijayanti, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan S-1 Teknik Kimia ULM yang telah memberikan masukan terhadap perkuliahan kami.
3. Ibu Prof. Ir. Muthia Elma, S.T., M.Sc., Ph. D., IPM., ASEAN Eng., INV. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan selama penyusunan tugas akhir.
4. Seluruh dosen Program Studi Teknik Kimia yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu, yang telah memberikan bantuan dalam pengerjaan tugas akhir ini dan senantiasa memberikan banyak ilmu yang bermanfaat untuk kami selama masa perkuliahan.
5. Seluruh staff 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 2022 yang selalu menemani dan bersama dari awal perkuliahan hingga akhir perkuliahan.
7. Seluruh keluarga besar Mahasiswa dan Alumni Teknik Kimia ULM yang telah mau meluangkan waktunya berbagi informasi, memberikan saran serta memberikan beberapa literatur yang sangat membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini.
8. Seluruh civitas akademik dan orang-orang yang ada di sekitar Fakultas Teknik ULM Banjarbaru yang memberikan kami pelajaran dan pengalaman yang berharga selama perkuliahan.

9. Seluruh teman dan sahabat kami yang berada di luar sana yang tidak bisa kami sebutkan satu persatu, terimakasih atas bantuan dan do'anya.

Kami menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangan, seperti kita ketahui bahwa tidak ada manusia yang sempurna, 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, 11 September 2026

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR NOTASI.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Tinjauan Pustaka	I-2
1.2.1 Batu Kapur	I-2
1.2.2 Asam Klorida	I-2
1.2.3 Kalsium Klorida.....	I-3
1.3 Penentuan Kapasitas Pabrik	I-4
1.3.1 Ketersediaan Bahan Baku	I-4
1.3.2 Kapasitas Pabrik Kalsium Klorida yang Sudah Beroperasi.....	I-5
1.3.3 Prediksi Kebutuhan Kalsium Klorida di Indonesia.....	I-6
1.3.4 Kapasitas Komersial Pabrik Kalsium Klorida	I-8
1.4 Spesifikasi Bahan	I-8
1.4.1 Spesifikasi Bahan Baku	I-8
1.4.2 Spesifikasi Bahan Penunjang	I-10
1.4.3 Spesifikasi Produk Utama dan Produk Samping	I-11
BAB II PEMILIHAN DAN URAIAN PROSES	II-1
2.1 Jenis-Jenis Proses	II-1
2.1.1 Proses Solvay	II-1
2.1.2 Proses Netralisasi	II-5
2.1.3 Proses Dow	II-7
2.2 Seleksi Proses.....	II-9
2.3 Uraian Proses	II-12
2.3.1 Tahap Persiapan Bahan Baku	II-12
2.3.2 Tahap Reaksi Asidifikasi	II-13

2.3.3 Tahap Purifikasi (Pemurnian)	II-14
2.4 Tinjauan Termodinamika	II-17
2.4.1 Entalpi Pembentukan Standar (ΔH_f°)	II-17
2.4.2 Energi Bebas Gibbs (ΔG_f°).....	II-19
2.4.3 Harga Kesetimbangan Kimia	II-20
2.5 Tinjauan Kinetika	II-22
2.6 Diagram Alir Kualitatif	II-25
2.7 Diagram Alir Kuantitatif	II-26
2.8 <i>Process Engineering Flow Diagram</i>	II-27
BAB III NERACA MASSA.....	III-1
3.1 Crusher (C-120)	III-1
3.2 Hammer Mill I (C-130)	III-2
3.3 Vibrating Screen I (H-140)	III-2
3.4 Mixer HCl (M-160).....	III-3
3.5 Reaktor Asidifikasi (R-210).....	III-4
3.6 Mixer Ca(OH) ₂ (M-180).....	III-4
3.7 Neutralizer (R-220)	III-5
3.8 Rotary Drum Vacuum Filter (RDVF) (H-310)	III-6
3.9 Evaporator (V-320)	III-7
3.10 Mixing Tank (M-330)	III-7
3.11 Crystallizer (X-340)	III-8
3.12 Centrifuge (H-350).....	III-9
3.13 Rotary Dryer (B-360).....	III-10
3.14 Cyclone (H-363).....	III-10
3.15 Cooling Conveyor (J-364).....	III-11
3.16 Hammer Mill II (C-370).....	III-12
3.17 Vibrating Screen II (H-380)	III-12
BAB IV NERACA PANAS.....	IV-1
4.1 Mixer (M-160)	IV-1
4.2 Cooler HCl 30% (E-162)	IV-2
4.3 Reaktor Asidifikasi (R-210).....	IV-2
4.4 Compressor I Karbon Dioksida (G-211).....	IV-3
4.5 Compressor II Karbon Dioksida (G-212)	IV-4

4.6 Cooler CO ₂ (E-213).....	IV-4
4.7 Mixer Ca(OH) ₂ (M-180).....	IV-5
4.8 Neutralizer (R-220)	IV-6
4.9 Rotary Drum Vacuum Filter (H-310)	IV-7
4.10 Heater Evaporator (E-313).....	IV-8
4.11 Evaporator (V-320)	IV-8
4.12 Condensor (E-321)	IV-9
4.13 Mixing Tank (M-330)	IV-10
4.14 Crystallizer (X-340)	IV-11
4.15 Centrifuge (H-350).....	IV-12
4.16 Heater Udara (E-362).....	IV-12
4.17 Rotary Dryer (B-360).....	IV-13
4.18 Cooling Conveyor (J-364).....	IV-14
BAB V SPESIFIKASI ALAT	V-1
5.1 Gudang Penyimpanan Batu Kapur (F-110).....	V-1
5.2 Belt Conveyor Batu Kapur 1 (J-111)	V-1
5.3 Jaw Crusher (C-120)	V-2
5.4 Belt Conveyor Batu Kapur 2 (J-121)	V-2
5.5 Hammer Mill 1 (C-130)	V-3
5.6 Vibrating Screen 1 (H-140).....	V-3
5.7 Belt Conveyor Batu Kapur Oversize (J-141).....	V-4
5.8 Screw Conveyor Batu Kapur Onsize (J-142).....	V-4
5.9 Bucket Elevator Batu Kapur (J-143).....	V-5
5.10 Hopper Batu Kapur (F-144).....	V-6
5.11 Tangki Penyimpanan Asam Klorida (F-150).....	V-6
5.12 Pompa Asam Klorida (HCl) (L-151)	V-7
5.13 Mixer Asam Klorida (HCl) (M-160).....	V-7
5.14 Pompa Larutan Asam Klorida (HCl) (L-161).....	V-8
5.15 Cooler Larutan Asam Klorida (HCl) (E-162)	V-9
5.16 Silo Ca(OH) ₂ (F-170)	V-10
5.17 Pneumatic Conveyor Ca(OH) ₂ (J-171).....	V-10
5.18 Mixer Ca(OH) ₂ (M-180).....	V-10
5.19 Pompa Larutan Ca(OH) ₂ (L-181).....	V-11

5.20 Reaktor Asidifikasi (R-210).....	V-12
5.21 Compressor CO ₂ 1 (G-211).....	V-13
5.22 Compressor CO ₂ 2 (G-212).....	V-14
5.23 Cooler CO ₂ (E-213).....	V-14
5.24 Pompa Produk Reaktor (L-214).....	V-15
5.25 Reaktor Neutralizer (R-220)	V-16
5.26 Pompa Produk Neutralizer (L-221).....	V-17
5.27 Rotary Drum Vacuum Filter (H-310)	V-18
5.28 Screw Conveyor Cake (J-311)	V-18
5.29 Pompa Filtrat (L-312)	V-19
5.30 Heater Filtrat (E-313).....	V-19
5.31 Evaporator (V-320)	V-20
5.32 Kondensor Uap Evaporator (E-321)	V-21
5.33 Mixer CaCl ₂ (M-330)	V-22
5.34 Pompa CaCl ₂ (L-331).....	V-22
5.35 Crystallizer (X-340)	V-23
5.36 Centrifuge (H-350).....	V-24
5.37 Pompa Recycle (L-351)	V-24
5.38 Screw Conveyor CaCl ₂ (J-352)	V-25
5.39 Rotary Dryer (B-360).....	V-25
5.40 Blower Udara (G-361)	V-26
5.41 Heater Udara (E-362).....	V-27
5.42 Cyclone (H-363).....	V-27
5.43 Cooling Conveyor (J-364).....	V-28
5.44 Hammer Mill 2 (C-370)	V-29
5.45 Vibrating Screen 2 (H-380).....	V-29
5.46 Belt Conveyor Kalsium Klorida Oversize (J-381).....	V-30
5.47 Screw Conveyor Kalsium Klorida Onsize (J-382).....	V-30
5.48 Bucket Elevator Kalsium Klorida (J-383).....	V-31
5.49 Bin Kalsium Klorida (F-384).....	V-31
5.50 Packaging Unit (P-390).....	V-32
5.51 Belt Conveyor Kalsium Klorida (J-391)	V-32
5.52 Gudang Penyimpanan Kalsium Klorida (F-3100)	V-33

5.53 Tangki Penyimpanan CO ₂ (F-3110).....	V-34
5.54 Bin Penyimpanan Cake (F-3120).....	V-34
BAB VI INSTRUMENTASI	VI-1
6.1 Instrumentasi	VI-1
BAB VII KESELAMATAN, KESEHATAN KERJA, DAN LINGKUNGAN	
PABRIK KIMIA (ANALISIS HAZID DAN HAZOP).....	VII-1
7.2 Identifikasi Hazard Bahan.....	VII-4
7.3 Identifikasi Potensi Paparan Bahan.....	VII-13
7.3.1 Identifikasi Potensi Paparan Bahan Kimia.....	VII-13
7.3.2 Identifikasi Potensi Paparan Fisis	VII-20
7.4 Identifikasi Potensi Paparan Bahan.....	VII-24
7.4.1 Identifikasi Hazard Limbah Gas dalam Proses	VII-24
7.4.2 Identifikasi Hazard Limbah Cair dalam Proses	VII-26
7.4.3 Identifikasi Hazard Limbah Padat dalam Proses	VII-32
7.5 Identifikasi Hazard Peralatan Proses.....	VII-37
7.5.1 Identifikasi Hazard Kondisi Peralatan Proses	VII-37
7.5.2 Identifikasi Hazard Kondisi Peralatan Pengolahan Air	VII-60
7.5.3 Identifikasi Hazard Plant Layout dan Lokasi Pabrik	VII-71
7.6 HAZOP (Hazard and Operability Study).....	VII-91
7.6.1 Deskripsi	VII-91
7.6.2 Potensi Bahaya dalam Sistem	VII-92
7.6.3 Estimasi Consequences	VII-98
7.6.4 Analisis Risiko	VII-107
7.7 Rekomendasi Mitigasi.....	VII-110
7.8 Kesimpulan	VII-151
BAB VIII TATA LETAK PABRIK	VIII-1
8.1 Penentuan Lokasi Pabrik.....	VIII-1
8.2 Tata Letak Bangunan dan Peralatan Pabrik	VIII-7
8.2.1 Tata Letak Bangunan Pabrik.....	VIII-7
8.2.2 Tata Letak Peralatan Proses	VIII-11
BAB IX ORGANISASI DAN MANAJEMEN PERUSAHAAN.....	IX-1
9.1 Organisasi Perusahaan	IX-1
9.1.1 Bentuk Umum 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-8
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-14
9.5 Pembagian Jam Kerja Karyawan	IX-15
9.6 Status Karyawan dan Sistem Upah	IX-16
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
BAB X UTILITAS	X-1
10.1 Unit Pengolahan Air.....	X-1
10.2 Kebutuhan Uap (Steam).....	X-1
10.1.1 Kebutuhan Air Pendingin.....	X-3
10.1.3 Kebutuhan Air Proses	X-4
10.1.4 Air Sanitasi.....	X-5
10.3 Pengolahan Air.....	X-6
10.4 Spesifikasi Alat Unit Pengolahan Air	X-12
10.4.1 Sreening (H-110).....	X-12
10.4.2 Pompa Raw Material (L-111)	X-13
10.4.3 Reservoir (F-112).....	X-13
10.4.4 Pompa Reservoir (L-113).....	X-14
10.4.5 Bak Sedimentasi (F-114)	X-14
10.4.6 Pompa Sedimentasi (L-115).....	X-15

10.4.7 Tangki Soda Abu (F-120)	X-15
10.4.8 Pompa Soda Abu (L-121)	X-16
10.4.9 Static Mixer Soda Abu (M-122)	X-17
10.4.10 Tangki Alum (F-130)	X-17
10.4.11 Pompa Alum (L-131)	X-18
10.4.12 Static Mixer Alum (M-132)	X-18
10.4.13 Clarifier (H-140)	X-19
10.4.14 Pompa Clarifier (L-141).....	X-19
10.4.15 Bak Pengendapan Clarifier (F-142)	X-20
10.4.16 Pompa Bak Clarifier (L-143)	X-20
10.4.17 Sand Filter (H-150)	X-21
10.4.18 Bak Penampung Air Bersih (F-151)	X-21
10.4.19 Pompa Hydrant (L-151)	X-22
10.4.20 Pompa Air Bersih I (L-152)	X-22
10.4.21 Pompa Air Bersih II (L-153).....	X-23
10.4.22 Bak Air Sanitasi (F-210).....	X-23
10.4.23 Tangki Kaporit (F-211).....	X-24
10.4.24 Pompa Kaporit (L-212).....	X-24
10.4.25 Pompa Bak Air Sanitasi (L-213).....	X-25
10.4.26 Tangki HCl (F-220)	X-26
10.4.27 Pompa HCl (L-221)	X-26
10.4.28 Kation Exchanger (KE-230)	X-27
10.4.29 Pompa Kation Exchanger (L-231)	X-27
10.4.30 Tangki NaOH (F-240).....	X-28
10.4.31 Pompa NaOH (L-241).....	X-28
10.4.32 Anion Exchanger (AE-250)	X-29
10.4.33 Pompa Anion Exchanger (L-251)	X-30
10.4.34 Tangki Softening Water (F-260).....	X-30
10.4.35 Pompa Softening Water Tank (L-261).....	X-31
10.4.36 Bak Penampung Cooling Water (F-310)	X-31
10.4.37 Pompa Cooling Water (L-311)	X-31
10.4.38 Chiller (A-320).....	X-32
10.4.39 Tangki Hydrazin (F-330)	X-32

10.4.40 Pompa Hydrazin (L-331)	X-33
10.4.41 Deaerator (D-340)	X-33
10.4.42 Pompa Deaerator (L-341)	X-34
10.4.43 Boiler (Q-350).....	X-34
10.4.44 Generator (P-360)	X-35
10.5 Flow Diagram Process Unit Utilitas	X-36
BAB XI ANALISA EKONOMI	XI-1
11.1 Penaksiran Harga Peralatan.....	XI-2
11.2 Penentuan Investasi Modal Total (TCD).....	XI-3
11.2.1 Investasi Modal Tetap (Fixed Capital Investment).....	XI-3
11.2.2 Modal Kerja / Working Capital (WC)	XI-5
11.2.3 Plant Start Up	XI-6
11.3 Penentuan Biaya Total Produksi (TPC).....	XI-6
11.3.1 Manufacturing Cost (MC).....	XI-6
11.3.2 General Expense	XI-8
11.4 Total Penjualan.....	XI-9
11.5 Perkiraan Laba Usaha	XI-10
11.6 Analisa Kelayakan	XI-10
11.6.1 Percent Profit on Sales (POS)	XI-10
11.6.2 Percent Return On Investment (ROI).....	XI-11
11.6.3 Pay Out Time (POT).....	XI-11
11.6.4 Net Present Value (NPV).....	XI-11
11.6.5 Interest Rate of Return (IRR).....	XI-12
11.6.6 Break Even Point (BEP)	XI-12
11.6.7 Shut Down Point (SDP)	XI-13
BAB XII KESIMPULAN	XII-1
DAFTAR PUSTAKA	XIII-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Batu Kapur sebagai sumber CaCO_3	I-2
Gambar 1.2 Struktur Kimia Asam Klorida.....	I-3
Gambar 1.3 Struktur Kimia Kalsium Klorida	I-3
Gambar 1.4 Data Impor Kalsium Klorida di Indonesia.....	I-7
Gambar 2.1 Diagram Alir dari Proses Solvay	II-4
Gambar 2.2 Diagram Alir dari Proses Pembentukan Kalsium Klorida dengan Reaksi Netralisasi Batu Kapur dengan Asam Klorida	II-5
Gambar 2.3 Diagram Alir dari Proses Dow	II-9
Gambar 2.4 Diagram Alir Kualitatif Pembuatan Kalsium Klorida	II-25
Gambar 2.5 Diagram Alir Kuantitatif Pembuatan Kalsium Klorida	II-26
Gambar 2.6 <i>Process Engineering Flow Diagram</i> Pabrik Prarancangan Pabrik Kalsium Klorida dari Batu Kapur dan Asam Klorida dengan Proses Netralisasi Kapasitas Produksi 15.000 Ton/Tahun	II-27
Gambar 3.1 Neraca Massa Crusher	III-1
Gambar 3.2 Neraca Massa Hammer Mill I.....	III-2
Gambar 3.3 Neraca Massa Vibrating Screen I	III-3
Gambar 3.4 Neraca Massa Mixer	III-3
Gambar 3.5 Neraca Massa Reaktor Asidifikasi.....	III-4
Gambar 3.6 Neraca Massa Mixer $\text{Ca}(\text{OH})_2$	III-5
Gambar 3.7 Neraca Massa Neutralizer	III-5
Gambar 3.8 Neraca Massa Rotary Drum Vacuum Filter (RDVF)	III-6
Gambar 3.9 Neraca Massa Evaporator	III-7
Gambar 3.10 Neraca Massa Mixing Tank.....	III-8
Gambar 3.11 Neraca Massa Crystallizer	III-8
Gambar 3.12 Neraca Massa Centrifuge.....	III-9
Gambar 3.13 Neraca Massa Rotary Dryer.....	III-10
Gambar 3.14 Neraca Massa Cyclone	III-11
Gambar 3.15 Neraca Massa Cooling Conveyor	III-11
Gambar 3.16 Neraca Massa Hammer Mill II	III-12
Gambar 3.17 Neraca Massa Vibrating Screen II.....	III-13

Gambar 4.1 Neraca Panas Mixer	IV-1
Gambar 4.2 Neraca Panas Cooler HCl 30%.....	IV-2
Gambar 4.3 Neraca Panas Reaktor Asidifikasi	IV-3
Gambar 4.4 Neraca Panas Compressor I Karbon Dioksida.....	IV-4
Gambar 4.5 Neraca Panas Compressor II Karbon Dioksida	IV-4
Gambar 4.6 Neraca Panas Cooler CO ₂	IV-5
Gambar 4.7 Neraca Panas Mixer Ca(OH) ₂	IV-5
Gambar 4.8 Neraca Panas Neutralizer.....	IV-6
Gambar 4.9 Neraca Panas Rotary Drum Vacuum Filter	IV-7
Gambar 4.10 Neraca Panas Heater Evaporator	IV-8
Gambar 4.11 Neraca Panas Evaporator.....	IV-9
Gambar 4.12 Neraca Panas Condensor	IV-10
Gambar 4.13 Neraca Panas Mixing Tank.....	IV-10
Gambar 4.14 Neraca Panas Crystallizer	IV-11
Gambar 4.15 Neraca Panas Centrifuge.....	IV-12
Gambar 4.16 Neraca Panas Heater Udara	IV-13
Gambar 4.17 Neraca Panas Rotary Dryer	IV-13
Gambar 4.18 Neraca Panas Cooling Conveyor	IV-14
Gambar 5.1 Major Design Reaktor (R-210).....	V-36
Gambar 5.2 Major Design Evaporator (V-320).....	V-37
Gambar 7.1 Study Nodes Analisis HAZOP pada Reaktor Tangki Berpengaduk (R-210)	VII-93
Gambar 8.1 Peta Lokasi Rencana Pendirian Pabrik	VIII-7
Gambar 8.2 Tata Letak Bangunan Pabrik	VIII-10
Gambar 8.3 Skema Tata Letak Pabrik.....	VIII-14
Gambar 9.1 Bagan Struktur Organisasi Perusahaan.....	IX-6
Gambar 10.1 Flow Diagram Process Unit Utilitas	X-34
Gambar 11.1 Break Event Point dan Shut Down Point Perancangan Pabrik Kalsium Klorida dengan Kapasitas 15.000 Ton/Tahun.....	XI-14

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Pabrik Kalsium Karbonat di Indonesia	I-4
Tabel 1.2 Pabrik Asam Klorida di Indonesia	I-5
Tabel 1.3 Pabrik Kalsium Klorida yang Beroperasi di Dunia.....	I-5
Tabel 1.4 Data Impor Pabrik Kalsium Klorida di Indonesia.....	I-6
Tabel 1.5 Komposisi Kimia Batu Kapur sebagai Bahan Baku Kalsium Klorida (Siler dkk., 2018):	I-9
Tabel 2.1 Kandungan Zat Kimia di dalam Air Laut (Anthoni, 2000).....	II-7
Tabel 2.1 Pemilihan Proses Pembuatan Kalsium Klorida.....	II-10
Tabel 2.2 Harga Berat Molekul dan ΔH_f° masing-masing Komponen (Dean, 1999):.	II-17
Tabel 2.3 Data Harga Cp Komponen:	II-18
Tabel 2.4 Harga (ΔG_f°) Masing-Masing Komponen (Dean, 1999):.....	II-19
Tabel 3.1 Neraca Massa Crusher (C-120)	III-1
Tabel 3.2 Neraca Massa Hammer Mill I (C-130).....	III-2
Tabel 3.3 Neraca Massa Vibrating Screen I (H-140)	III-3
Tabel 3.4 Neraca Massa Mixer HCl (M-160)	III-3
Tabel 3.5 Neraca Massa Reaktor Asidifikasi (R-210).....	III-4
Tabel 3.6 Neraca Massa Mixer Ca(OH) ₂ (M-180)	III-5
Tabel 3.7 Neraca Massa Neutralizer (R-220).....	III-5
Tabel 3.8 Neraca Massa Rotary Drum Vacuum Filter (RDVF) (H-310).....	III-6
Tabel 3.9 Neraca Massa Evaporator (V-320).....	III-7
Tabel 3.10 Neraca Massa Mixing Tank (M-330).....	III-8
Tabel 3.11 Neraca Massa Mixing Tank pada Kondisi Recycle (M-330).....	III-8
Tabel 3.12 Neraca Massa Crystallizer (X-340).....	III-9
Tabel 3.13 Neraca Massa Centrifuge (H-350)	III-9
Tabel 3.14 Neraca Massa Mixing Tank Recycle (H-330).....	III-9
Tabel 3.15 Neraca Massa Rotary Dryer (B-360).....	III-10
Tabel 3.16 Neraca Massa Cyclone (H-363)	III-11
Tabel 3.17 Neraca Massa Cooling Conveyor (J-364)	III-11
Tabel 3.18 Neraca Massa Hammer Mill II (C-370)	III-12
Tabel 3.19 Neraca Massa Vibrating Screen II (H-380).....	III-13
Tabel 4.1 Neraca Panas Mixer (M-160).....	IV-1

Tabel 4.2 Neraca Panas Cooler HCl 30% (E-162)	IV-2
Tabel 4.3 Neraca Panas Reaktor Asidifikasi (R-210)	IV-3
Tabel 4.4 Neraca Panas Compressor I Karbon Dioksida (G-211)	IV-4
Tabel 4.5 Neraca Panas Compressor II Karbon Dioksida (G-212).....	IV-4
Tabel 4.6 Neraca Panas Cooler CO ₂ (E-213)	IV-5
Tabel 4.7 Neraca Panas Mixer Ca(OH) ₂ (M-180)	IV-6
Tabel 4.8 Neraca Panas Neutralizer (R-220).....	IV-6
Tabel 4.9 Neraca Neraca Panas Rotary Drum Vacuum Filter (H-310).....	IV-7
Tabel 4.10 Neraca Panas Heater Evaporator (E-313)	IV-8
Tabel 4.11 Neraca Panas Evaporator (V-320).....	IV-9
Tabel 4.12 Neraca Panas Condensor (E-321).....	IV-10
Tabel 4.13 Neraca Panas Mixing Tank (M-330).....	IV-11
Tabel 4.14 Neraca Panas Crystallizer (X-340).....	IV-11
Tabel 4.15 Neraca Panas Centrifuge (H-350)	IV-12
Tabel 4.16 Neraca Panas Heater Udara (E-362)	IV-13
Tabel 4.17 Neraca Panas Rotary Dryer (B-360)	IV-14
Tabel 4.18 Neraca Panas Cooling Conveyor (J-364)	IV-14
Tabel 6.1 Instrumentasi pada Prarancangan Pabrik Kalsium Klorida.....	VI-13
Tabel 7.1 Guide Word dan Deviasi komponen Node Reaktor	VII-93
Tabel 7.2 Guide Word dan Deviasi komponen Agitator	VII-94
Tabel 7.3 Guide Word dan Deviasi komponen node TIC, LIC dan PIC	VII-95
Tabel 7.4 Guide Word dan Deviasi komponen node Input Reaktor	VII-96
Tabel 7.5 Guide Word dan Deviasi komponen node Output Reaktor.....	VII-97
Tabel 7.6 Guide Word dan Deviasi Komponen <i>Coil</i> Pendingin	VII-97
Tabel 7.7 Estimasi Consequences Node Reaktor	VII-98
Tabel 7.8 Estimasi Consequences node Agitator	VII-100
Tabel 7.9 Estimasi Consequences node LIC, PIC dan TIC.....	VII-101
Tabel 7.10 Estimasi Consequences node Input Reaktor	VII-103
Tabel 7.11 Estimasi Consequences node Output Reaktor.....	VII-104
Tabel 7.12 Estimasi Consequences node <i>Coil</i> Pendingin	VII-106
Tabel 7.12 Risk Matrix untuk Analisis Risiko K3 mengacu pada ISO 45001 .VII-	107
Tabel 7.13 Analisis Risiko node Reaktor	VII-108
Tabel 7.14 Analisis Risiko node Agitator	VII-108

Tabel 7.15 Analisis Risiko node LIC, PIC dan TIC.....	VII-109
Tabel 7.16 Analisis Risiko node Input dan Output Reaktor.....	VII-109
Tabel 7.17 Analisis Risiko node <i>Coil</i> Pendingin	VII-109
Tabel 7.18 Rekomendasi Mitigasi Analisis HAZOP Reaktor Batch Tangki Berpengaduk	VII-110
Tabel 8.1 Perincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik.....	VIII-8
Tabel 9.1 Jadwal Siklus Kerja Masing-Masing Per Kelompok	IX-16
Tabel 9.2 Jadwal Siklus Kerja Masing-Masing Per Kelompok (Lanjutan).....	IX-16
Tabel 9.3 Penggolongan Jabatan Kerja	IX-17
Tabel 9.4 Jumlah Karyawan dan Rincian Gaji Karyawan	IX-19
Tabel 10.1 Kebutuhan Steam	X-3
Tabel 10.2 Kebutuhan Air Pendingin.....	X-4
Tabel 10.3 Kebutuhan Air Proses.....	X-4
Tabel 10.4 Kebutuhan Air Sanitasi	X-6
Tabel 10.5 Kebutuhan Air Keseluruhan.....	X-6
Tabel 10.6 Standar Kualitas Air Bersih.....	X-7
Tabel 10.7 Syarat-Syarat Air Umpan Boiler	X-12

DAFTAR NOTASI

A	= Luas permukaan (ft ²)
BEP	= <i>Break Even Point</i> (titik impas)
BHP	= <i>Brake Horsepower</i> (hp)
BM	= Berat molekul (kg/kmol)
c	= Faktor koreksi
Ca	= Kapasitas alat x
Cb	= Kapasitas alat y
CF	= Arus kas pada tahun ke-n
Cp	= Kapasitas panas (J/mol·K)
d	= Diameter awal atau akhir (μm)
D	= Diameter alat (m)
Da	= Diameter pengaduk (ft)
Ea	= Energi aktivasi (kJ/mol)
Ea	= Harga alat dengan kapasitas diketahui
Eb	= Harga alat dengan kapasitas yang dicari
Ex	= Harga alat pada tahun referensi
Ey	= Harga alat pada tahun pemesanan
F	= Nilai kebutuhan pada tahun ke-n (ton)
f	= Tegangan yang diizinkan (<i>allowable stress</i>) (psi)
Fa	= <i>Fixed Manufacturing Cost</i>
FCI	= <i>Fixed Capital Investment</i>
G	= Kecepatan massa umpan (lb/jam·ft ²)
gc	= Faktor konversi gravitasi
H	= Tinggi alat (m)
th	= Tebal tutup (in)
ts	= Tebal shell (in)
i	= Kenaikan data rata-rata (%)
i	= Laju bunga (%)
IRR	= <i>Interest Rate of Return</i>
K	= Konstanta kesetimbangan kimia
L	= Panjang alat (m)

m_1	= Nilai impor (ton/tahun)
m_2	= Produksi pabrik dalam negeri (ton/tahun)
m_3	= Kapasitas pabrik yang akan didirikan (ton/tahun)
m_4	= Nilai ekspor (ton/tahun)
m_5	= Nilai konsumsi (ton/tahun)
MC	= <i>Manufacturing Cost</i>
μ	= Viskositas (cP)
n	= Selisih tahun atau periode waktu (tahun)
N	= Putaran pengaduk (rpm)
N_1	= Putaran motor (rpm)
N_2	= Putaran <i>reducer</i> (rpm)
N_3	= Putaran <i>gear drive</i> (rpm)
NRe	= Bilangan Reynolds
NPV	= <i>Net Present Value</i>
N_x	= Nilai indeks tahun referensi
N_y	= Nilai indeks tahun pabrik berdiri
P	= Besarnya data pada tahun sekarang (ton/tahun)
P	= Tekanan (atm)
P_c	= <i>Circular pitch</i> (in)
P_d	= Tekanan desain (psi)
POS	= <i>Percent Profit on Sales</i>
POT	= <i>Pay Out Time</i>
PV	= Nilai sekarang dari arus kas (<i>present value</i>)
Q	= Panas atau laju perpindahan panas (kJ/jam)
Q_{in}	= Panas yang masuk (kJ/jam)
Q_{out}	= Panas yang keluar (kJ/jam)
Q_{loss}	= Panas yang hilang (kJ/jam)
Q_{steam}	= Panas yang diberikan oleh steam (kJ/jam)
R	= Konstanta gas ideal (J/mol·K)
R_a	= <i>Regulated Cost</i>
ROI	= <i>Return on Investment</i>
ρ	= Massa jenis (kg/m ³)
Sa	= Penjualan produk

SDP	= <i>Shut Down Point</i>
T	= Temperatur (°C atau K)
TCI	= <i>Total Capital Investment</i>
TPC	= <i>Total Production Cost</i>
ts	= Tebal shell (in)
V	= Volume (m ³)
Va	= <i>Variable Cost</i>
v	= Kecepatan linier fluida (ft/s)
W	= Daya (kW atau hp)
WC	= <i>Working Capital</i> (modal kerja)
Wi	= <i>Work index</i>
ΔG°	= Energi bebas Gibbs pembentukan standar (kJ/mol)
ΔH°	= Entalpi pembentukan standar (kJ/mol)
η	= Efisiensi
μ	= Viskositas (cP)