

LAPORAN TUGAS AKHIR

PRARANCANGAN PABRIK

KALSIUM KLORIDA DARI KALSIUM KARBONAT

DAN ASAM KLORIDA KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN



Oleh :

Askarulah Ghoffar Al Faqih

D500120031

Dosen Pembimbing:

Rois Fatoni, S.T. M.Sc. P.hD

Tri Widayatno, S.T. M.Sc. P.hD

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2017

HALAMAN PENGESAHAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

Nama : Askarullah Ghoffar Al Fakhir
NIM : D500120031
Judul Tugas Akhir : Prarancangan Pabrik Kalsium Klorida Dari
Kalsium Karbonat dan Asam Klorida
Kapasitas 25.000 Ton/Tahun.
Dosen Pembimbing : 1. Rois Fatoni, S.T. M.Sc. P.hD
2. Tri Widayatno, S.T. M.Sc. P.hD

Surakarta, 11 Agustus 2017

Menyetujui,

Pembimbing 1



Rois Fatoni, S.T. M.Sc. P.Hd
NIK.892

Pembimbing 2



Tri Widayatno, S.T. M.Sc. P.hD.
NIK. 960

Mengetahui,

Dekan

Fakultas Teknik UMS



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D
NIK. 682

Ketua Jurusan

Teknik Kimia FT UMS



Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D
NIK. 892

INTISARI

Kalsium klorida merupakan bahan baku yang mempunyai banyak kegunaan dalam industri, antara lain untuk menghilangkan zat terlarut dalam larutan hidrokarbon, menghilangkan kandungan fluoride dan zat lain yang tidak diinginkan dalam limbah industri dan sebagai pengawet dalam industri makanan kalengan. Selain itu kalsium klorida juga memiliki kegunaan lain yaitu sebagai pencair es. Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan juga adanya peluang ekspor, maka dirancanglah pabrik kalsium klorida dengan kapasitas 25.000 ton/tahun. Pabrik direncanakan akan didirikan di daerah tuban pada tahun 2020.

Kalsium klorida diproduksi dengan cara mereaksikan kalsium karbonat dan asam klorida pada reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) dengan suhu operasi 60°C dengan tekanan 1 atm, *irreversible* dan eksotermis. Tahapan yang terjadi adalah pembentukan produk kalsium klorida, pemurnian dan pengeringan. Kebutuhan kalsium karbonat untuk pabrik ini sebesar 2.764,8489 kg/jam yang dapat diperoleh dari batu kapur di sekitar Tuban dan untuk kebutuhan asam klorida sebesar 6.295,1583 kg/jam dengan konsentrasi 32% yang diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik. Kalsium klorida yang dihasilkan sebanyak 3.156,5657 kg/jam. Unit utilitas dalam pabrik meliputi unit penyedia air sebanyak 6.897,5784 kg/jam, unit penyedia *steam* sebanyak 23.495,0048 kg/jam, unit penyedia listrik sebesar 678,2884 kW yang akan disediakan oleh *generator* sebanyak 542,6307 kW dan sisanya oleh PLN, unit penyedia udara tekan sebesar 43,2 m³/jam, dan unit penyedia bahan bakar berupa solar sebanyak 1.501,1240 L/jam. Selain itu dibuat pula laboratorium yang berfungsi untuk mengontrol mutu bahan baku dan produk serta mengontrol bahan buangan pabrik.

Bentuk perusahaan yang digunakan adalah Perseroan Terbatas (PT). Dari analisis ekonomi yang dilakukan diperoleh keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 52.523.831.585 dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp 36.766.682.109, nilai *Return of Investment* sebelum dan sesudah pajak berturut-turut 21,7262% dan 15,2083%. *Pay Out Time* sebelum dan sesudah pajak berturut-turut 3,15 tahun dan 3,97 tahun. *Break Even Point* sebesar 50,5905%. *Shut Down Point* sebesar 21,0260%. *Internal Rate Return* berdasarkan dari *Discounted Cash Flow* sebesar 32,14%. Dari analisa ekonomi yang telah dilakukan pabrik ini layak untuk didirikan.

ABSTRACT

Calcium Chloride is the material has a lot of uses in the industry, such as to eliminate the dissolved substance in hydrocarbon, to eliminate the content of fluoride and other substance that are not desirable in the industrial effluents and, as preservatives in the canned food industry. Other function of calcium chloride is used deicing and dust controlling on the road. To meet the needs of the country, so designed a calcium chloride plant with capacity 25.000 ton/year. This plant will be planned at 2020 on the Tuban region.

Calcium chloride is produced by reacting calcium carbonate and hydrochloric acid in the continuous stirred tank reactor (CSTR) at temperature 60°C with pressure 1 atm. The stages of calcium chloride production are preparation of raw material, reaction establishment, and purification. In this plant, the need of calcium carbonate is 2.764,8489 kg/hour that can be obtained from the limestone in Tuban region and the hydrochloric acid needed of 6.295,1583 kg/hour which have 32% concentration is obtained from PT. Petrokimia Gresik. The product of calcium chloride is 3.156,5657 kg/hour. Utilities for this plant are 6.897,5784 kg/hour of water supply, 23.495,0048 kg/hour of steam need, and unit provider of the power of 678,2884 kW. Provided generator only has capacity 550 kW and the rest by PLN. 43,2 m³/hour of the pressed-air is needed. Unit provider fuel needed is 1.501,1240 l/jam. This plant also has laboratory to control the quality of raw material, product, and waste materials.

The type of this plant is Perseroan Terbatas (PT). From the economics analysis results of this plant show that the profit of before and after taxes are Rp52.523.831.585 and Rp36.766.682.109. The value Return of Investment before and after taxes are 21,7262% and 15,2083%. Pay out time before and after taxes are 3,15 years and 3,97 years. Break Even Point is 50,5905%. Shut Down Point is 21,0260%, and Internal Rate Return (IRR) based on Discounted Cash Flow (DCF) as much as 32,14%. From the economic analytic above we can conclude that this plant is profitable and reasonable to build.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahirrobil'alamin, puji syukur yang sebesar-besarnya kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kelancaran kepada penyusun untuk menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Tak lupa sholawat serta salam yang selalu tercurah kepada Nabi besar Muhammad SAW.

Tugas prarancangan pabrik ini disusun untuk memenuhi syarat tugas akhir studi sarjana setiap mahasiswa Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta. Tugas akhir ini berjudul Prarancangan Pabrik Kalsium Klorida dari Kalsium Karbonat dan Asam Klorida dengan kapasitas 25.000 Ton/tahun.

Pada kesempatan ini, penyusun ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu menyelesaikan tugas akhir ini, terima kasih kepada:

1. Allah SWT.
2. Bapak, Ibu dan Adikku yang selalu menyemangati dan mendoakanku.
3. Bapak Rois Fatoni, S.T. M.Sc. P.hD. dan Bapak Tri Widayatno, S.T. M.Sc. P.hD selaku dosen pembimbing tugas akhir.
4. Bapak ibu Dosen Teknik Kimia.
5. Muhammad Ihsanudin selaku patner tugas akhir.
6. Semua teman-teman Teknik Kimia UMS yang memberi motifasi dan semangat.

Penyusun menyadari dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan kesalahan. Penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Semoga laporan tugas akhir yang telah disusun ini dapat bermanfaat bagi pembaca umumnya dan penyusun khususnya. Akhir kata penyusun mohon maaf apabila ada salah-salah kata.

Surakarta, 11 Agustus 2017

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
INTISARI.....	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
Latar Belakang.....	1
Kapasitas Perancangan Pabrik.....	2
Lokasi Pabrik.....	4
Tinjauan Pustaka.....	5
Pemilihan Proses.....	6
Kegunaan Produk.....	8
Sifat-sifat Fisika Bahan Baku dan Produk.....	10
Deskripsi Proses	12
BAB II DISKRIPSI PROSES	13
Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	13
Spesifikasi Bahan Baku.....	13
Spesifikasi Produk.....	14
Konsep Dasar	14
Dasar Reaksi.....	14
Kondisi Operasi.....	14
Tinjauan Termodinamika	14
Tinjauan Kinetika.....	16
Langkah Proses	17

Tahapan Persiapan Bahan Baku	17
Tahapan Reaksi	17
Tahapan Pemurnian Produk	18
Diagram Alir Proses	19
Diagram Alir Kualitatif	19
Diagram Alir Kuantitatif	20
Neraca Massa dan Neraca Panas	21
Neraca Massa	21
Neraca Panas	24
Tata Letak Pabrik dan Peralatan	25
Tata Letak Pabrik	25
Tata Letak Peralatan	29
BAB III SRESIFIKASI PERALATAN	32
BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM	48
Unit Pendukung Proses (Utilitas).....	48
Unit Pengadaan Air dan Pengolahan Air.....	49
Unit Pengadaan Steam.....	58
Unit Penyedia Bahan Bakar	59
Unit Pengadaan Udara Tekan.....	60
Unit Pengadaan Listrik.....	76
Unit Pengolahan Limbah.....	81
Laboratorium.....	81
Program Kerja Laboratorium	82
Penanganan Sampel.....	83
Keselamatan dan Kesehatan Kerja.....	83
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN.....	85
Bentuk Perusahaan	85
Struktur Organisasi	86
Tugas dan Wewenang	88

Kesejahteraan Karyawan.....	96
Cuti Tahunan	96
Hari Libur Nasional	96
Kerja Lembur (<i>overtime</i>)	96
Sistem Gaji Karyawan	96
Jam Kerja Karyawan	99
Pakaian Kerja.....	100
Pengobatan	101
Kesejahteraan Karyawan	101
Perencanaan Produksi	101
Pengendalian Produksi	102
BAB VI ANALISA EKONOMI.....	104
Dasar Perhitungan	104
Perkiraan Harga Alat	105
Penentuan Total <i>Capital Investment</i>	108
Hasil Perhitungan	111
Analisis Ekonomi	113
BAB VII PEMBAHASAN DAN KESIMPULAN	118
Pembahasan	118
Kesimpulan.....	118
DAFTAR PUSTAKA	120
LAMPIRAN	122

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Data impor kalsium klorida 2010-2014	2
Tabel 2. Kapasitas pabrik kalsium klorida yang sudah ada	3
Tabel 3. Kelebihan dan kekurangan masing-masing proses dalam pembuatan kalsium klorida	8
Tabel 4. Nilai Nilai ΔH°_{f298} dan ΔG°_{f298} masing-masing komponen	15

Tabel 5. Neraca massa di sekitar reaktor (R-210).....	21
Tabel 6. Neraca massa di sekitar reaktor (R-211).....	21
Tabel 7. Neraca massa di sekitar <i>netralizer</i>	22
Tabel 8. Neraca massa di sekitar <i>evaporator</i>	22
Tabel 9. Neraca massa di sekitar <i>spray dryer</i>	22
Tabel 10. Neraca massa total	23
Tabel 11. Neraca panas di sekitar reaktor (R-210).....	24
Tabel 12. Neraca panas di sekitar reaktor (R-211).....	24
Tabel 13. Neraca panas di sekitar <i>netralizer</i>	25
Tabel 14. Neraca panas di sekitar <i>evaporator</i>	25
Tabel 15. Neraca panas di sekitar <i>spray dryer</i>	25
Tabel 16. Rincian luas tanah untuk bangunan pabrik	28
Tabel 17. Kualitas standar air pendingin yang digunakan	51
Tabel 18. Kebutuhan air umpan boiler.....	52
Tabel 19. Kualitas air umpan boiler	53
Tabel 20. Syarat air untuk keperluan sanitasi	53
Tabel 21. Kebutuhan air sanitasi	54
Tabel 22. Kebutuhan listrik alat proses.....	78
Tabel 23. Kebutuhan listrik alat utilitas	79
Tabel 24. Sistem penggajian karyawan.....	97
Tabel 25. Jadwal kerja regu <i>shift</i>	100
Tabel 26. <i>Index capital plant</i>	106
Tabel 27. <i>Fixed capital investment</i>	111
Tabel 28. <i>Type Working capital</i>	111
Tabel 29. <i>Type Direct manufacturing cost</i>	112
Tabel 30. <i>Type Indirect manufacturing cost</i>	112
Tabel 31. <i>Type Fixed manufacturing cost</i>	113
Tabel 32. <i>Type General expense</i>	113
Tabel 33. <i>Fixed cost</i>	114

Tabel 34. <i>Regulated cost</i>	115
Tabel 35. <i>Variabel cost</i>	115
Tabel 36. Hasil analisa ekonomi	117

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Grafik Import kalsium klorida tahun 2010-2015	3
Gambar 2. Diagram alir kualitatif proses pembuatan kalsium klorida	19
Gambar 3. Diagram alir kuantitatif proses pembuatan kalsium klorida	20
Gambar 4. <i>Lay out</i> pabrik.....	29
Gambar 5. Tata letak peralatan proses	31
Gambar 6. Struktur organisasi.....	98
Gambar 7. Hubungan tahun dan <i>cost index</i>	107
Gambar 8. Grafik analisa ekonomi	117