

LAPORAN TUGAS AKHIR

PRARANCANGAN PABRIK

KALSIUM KLORIDA DARI KALSIUM KARBONAT

DAN ASAM KLORIDA KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN



Oleh :

Muhammad Ihsanudin

D500120071

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 : Muhammad Ihsanudin
NIM : D500120071
Judul Tugas Akhir : Prarancangan Pabrik Kalsium Klorida Dari
Kalsium Karbonat dan Asam Klorida
Kapasitas 20.000 Ton/Tahun.
Dosen Pembimbing : 1. Rois Fatoni, S.T. M.Sc. P.hD
2. Tri Widayatno, S.T. M.Sc. P.hD

Surakarta, 2 Agustus 2017

Menyetujui,

Pembimbing 1

Pembimbing 2

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

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

Mengetahui,

Dekan
Fakultas Teknik UMS

Ketua Jurusan
Teknik Kimia FT UMS

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

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 sebagai pencair es. Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan juga adanya peluang ekspor, sehingga dirancanglah pabrik kalsium klorida dengan kapasitas 20.000 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. Tahapan yang terjadi adalah pembentukan produk kalsium klorida, pemurnian dan pengeringan. Kebutuhan kalsium karbonat untuk pabrik ini sebesar 2.211,8791 kg/jam yang dapat diperoleh dari batu kapur di sekitar Tuban dan untuk kebutuhan asam klorida sebesar 5.026,1266 kg/jam dengan konsentrasi 32% yang diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik. Kalsium klorida yang dihasilkan sebanyak 2.525,2525 kg/jam. Unit utilitas dalam pabrik meliputi unit penyedia air sebanyak 4.622,2392 kg/jam, unit penyedia *steam* sebanyak 18.817,2146 kg/jam, unit penyedia listrik sebesar 653,08 kW. Disediakan generator dengan kapasitas 550 kW dan sisanya oleh PLN, unit penyedia udara tekan sebesar 43,2 m³/jam, dan unit penyedia bahan bakar berupa solar sebanyak 1.458,7532 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). Sistem kerja yang diberlakukan di dalam pabrik berupa sistem *shift* dan *non shift* dengan jumlah karyawan 168 orang. Pabrik kalsium klorida ini menggunakan modal tetap sebesar Rp 196.259.138.578 dan modal kerja Rp 35.043.236.663. Dari analisis ekonomi yang dilakukan diperoleh keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 39.730.444.035 dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp 27.811.310.825. Nilai *Return of Investment* sebelum dan sesudah pajak berturut-turut 20,24 % dan 14,17%. *Pay Out Time* sebelum dan sesudah pajak berturut-turut 3,36 tahun dan 4,13 tahun. *Break Even Point* sebesar 53,42%. *Shut Down Point* sebesar 23,52%. *Internal Rate Return* berdasarkan dari *Discounted Cash Flow* sebesar 32,41%. Dari analisa ekonomi yang telah dilakukan pabrik ini layak untuk didirikan.

Kata kunci : kalsium klorida, kalsium karbonat, asam klorida, RATB

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 20.000 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 2.211,879 kg/hour that can be obtained from the limestone in Tuban region and the hydrochloric acid needed of 5.026,1266 kg/hour which have 32% concentration is obtained from PT. Petrokimia Gresik. The product of calcium chloride is 2.525,2525 kg/hour. Utilities for this plant are 4.622,2392 kg/hour of water supply, 18.817,2146 kg/hour of steam need, and unit provider of the power of 653,08 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 1.458,7532 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 Rp 39.730.444.035 and Rp 27.811.310.825. The value Return of Investment before and after taxes are 20,24% and 14,17%. Pay out time before and after taxes are 3,36 years and 4,19 years. Break Even Point is 53,43%. Shut Down Point is 23,52%, and Internal Rate Return (IRR) based on Discounted Cash Flow (DCF) as much as 32,41%. From the economic analytic above we can conclude that this plant is profitable and reasonable to build.

Keywords : *calcium chloride, calcium carbonate, hydrochloric acid, CSTR*

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahirobil'alamin, puji syukur yang sebesar-besarnya kehadiran 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 20.000 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 saudara 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. Teman-teman Teknik Kimia UMS yang telah membantu.
6. Teman-teman kajian yang selalu memberi motifasi.

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, 2 Agustus 2017

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
INTISARI.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	1
1.2 Kapasitas Perancangan Produksi.....	2
1.3 Lokasi Pabrik.....	4
1.4 Tinjauan Pustaka	6
1.4.1 Pemilihan Proses	7
1.4.2 Kegunaan Produk	8
1.4.3 Sifat-sifat Bahan dan Produk.....	10
1.4.4 Deskripsi Proses	12
BAB II DESKRIPSI PROSES	13
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	13
2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku.....	13
2.1.2 Spesifikasi Produk.....	13
2.2 Konsep Dasar	14
2.2.1 Dasar Reaksi.....	14
2.2.2 Kondisi Operasi.....	14
2.2.3 Tinjauan Termodinamika	14
2.2.4 Tinjauan Kinetika.....	16
2.3 Langkah Proses	16
2.3.1 Tahap Persiapan Bahan Baku.....	17
2.3.2 Tahap Reaksi	17
2.3.3 Tahap Pemurnian Produk	18
2.4 Diagram Alir Proses.....	19

2.5 Neraca Massa dan Neraca Panas	
2.5.1 Neraca Massa	21
2.5.2 Neraca Panas	24
2.6 Tata Letak Pabrik dan Peralatan	26
2.6.1 Tata Letak Pabrik	26
2.6.2 Tata Letak Peralatan.....	30
BAB III SRESIFIKASI PERALATAN.....	32
BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM	47
4.1 Unit Pendukung Proses (Utilitas).....	47
4.1.1 Unit Penyedia Air dan Pengolahan Air	48
4.1.2 Unit Penyedia <i>Steam</i>	56
4.1.3 Unit Penyedia Bahan Bakar	57
4.1.4 Unit Penyedia Udara Tekan	58
4.1.5 Spesifikasi Alat Utilitas.....	59
4.1.6 Unit Penyedia Listrik	73
4.1.7 Unit Pengolahan Limbah.....	76
4.2 Laboratorium.....	77
4.2.1 Program Kerja Laboratorium	78
4.2.2 Penanganan Sampel.....	79
4.3 Keselamatan dan Kesehatan Kerja.....	79
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN.....	81
5.1 Bentuk Perusahaan.....	81
5.2 Struktur Organisasi	82
5.3 Tugas dan Wewenang	83
5.4 Kesejahteraan Karyawan.....	92
5.5 Perencanaan Produksi	97
5.6 Pengendalian Produksi.....	98
BAB VI ANALISIS EKONOMI	100
6.1 Dasar Perhitungan.....	100
6.2 Perkiraan harga Alat.....	101
6.3 Penentuan Total <i>Capital Investment</i>	103
6.4 Hasil Perhitungan.....	106

6.5 Analisa Ekonomi.....	108
BAB VII PEMBAHASAN DAN KESIMPULAN	112
DAFTAR PUSTAKA	114
LAMPIRAN.....	116

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Data impor kalsium klorida 2011-2015	2
Tabel 2. Kapasitas pabrik kalsium klorida yang telah beroperasi.....	4
Tabel 3. Kelebihan dan kekurangan masing-masing proses dalam pembuatan kalsium klorida	8
Tabel 4. 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>	21
Tabel 8. Neraca massa di sekitar <i>evaporator</i>	21
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 dan bangunan pabrik.....	28
Tabel 17. Kualitas standar air pendingin	50
Tabel 18. Kebutuhan air umpan <i>boiler</i>	51
Tabel 19. Kualitas air umpan <i>boiler</i>	51
Tabel 20. Syarat air untuk keperluan sanitasi	51
Tabel 21. Kebutuhan air sanitasi.....	52
Tabel 22. Kebutuhan listrik alat proses.....	74
Tabel 23. Kebutuhan listrik alat utilitas	75
Tabel 24. Sistem penggajian karyawan.....	93
Tabel 25. Jadwal kerja regu <i>shift</i>	96
Tabel 26. <i>Cost index capital plant</i>	102
Tabel 27. <i>Fixed capital investment</i>	106
Tabel 28. <i>Working capital</i>	107
Tabel 29. <i>Direct manufacturing cost</i>	107

Tabel 30. <i>Fixed manufacturing cost</i>	107
Tabel 31. <i>Indirect manufacturing cost</i>	108
Tabel 32. <i>General expense</i>	108
Tabel 33. <i>Regulated cost</i>	109
Tabel 34. <i>Fixed manufacturing cost</i>	109
Tabel 35. <i>Variabel cost</i>	110
Tabel 36. Hasil analisa ekonomi.....	111

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Grafik impor kalsium klorida 2010-2014.....	3
Gambar 2. Diagram alir kuantitatif proses pembuatan kalsium klorida	19
Gambar 3. Diagram alir kualitatif proses pembuatan kalsium klorida	20
Gambar 4. Layout pabrik	28
Gambar 5. Tata letak peralatan proses	30
Gambar 6. Diagram alir proses pengolahan air.....	52
Gambar 7. Struktur organisasi perusahaan.....	95
Gambar 8. Hubungan tahun dan <i>cost index</i>	103
Gambar 9. Grafik analisa ekonomi	111

DAFTAR LAMPIRAN

1. Perancangan Reaktor	116
------------------------------	-----