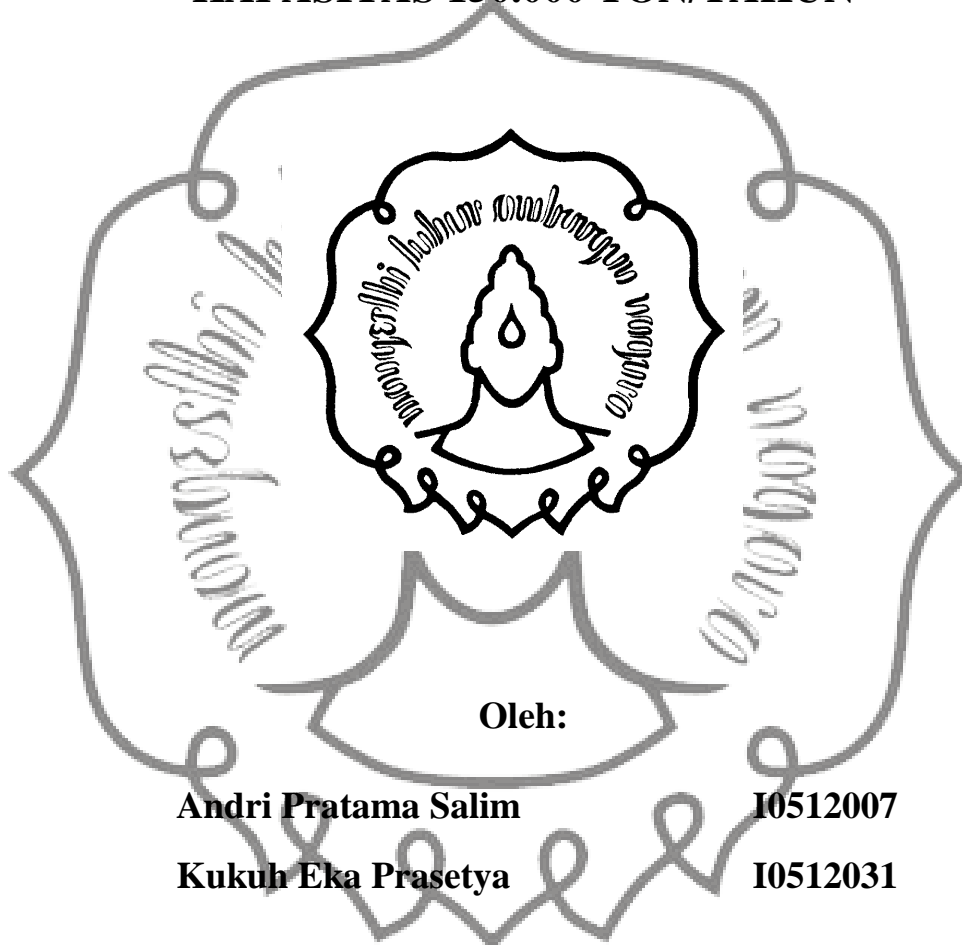


TUGAS AKHIR

**PRARANCANGAN PABRIK *VINYL CHLORIDE*
MONOMER DENGAN PROSES PIROLISIS *ETHYLENE*
DICHLORIDE
KAPASITAS 150.000 TON/TAHUN**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2016**

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
PRARANCANGAN PABRIK VINYL CHLORIDE MONOMER
DENGAN PROSES PIROLISIS ETHYLENE DICHLORIDE
KAPASITAS 150.000 TON/TAHUN

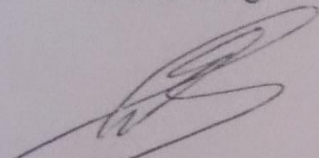
Oleh:

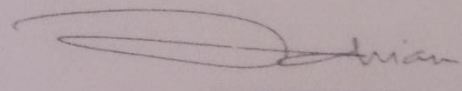
Andri Pratama Salim
Kukuh Eka Prasetya

1 0512007
1 0512031

Pembimbing II

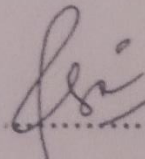
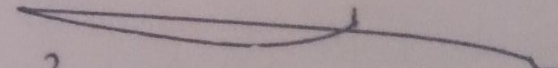
Pembimbing I


Mujtahid Kaavessina, S.T., M.T., Ph.D.
25/16 NIP. 19790924 200312 1 002


Dr. Adrian Nur, S.T., M.T.
NIP. 19730108 200012 1 001

Dipertahankan di depan tim penguji:

1. Dr. Sperisa Distantina, S.T., M.T.
NIP. 19740509 200003 2 002
2. Wusana Agung Wibowo, S.T., M.T..
NIP. 19801005 200501 1 001

25/7¹⁶
1. 
27/10/2016
2. 

Disahkan

Kepala Program Studi Sarjana Teknik Kimia


27/11/16
Dr. Margono, S.T., M.T.
NIP. 19681107 199702 1 001

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Alloh Subhanaahu wa Ta'ala dengan rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir beserta penulisan laporan tugas akhir dengan judul “Prarancangan Pabrik *Vinyl Chloride Monomer* Dengan Proses Pirolisis *Ethylene Dichloride* Kapasitas 150.000 Ton/Tahun” yang merupakan salah satu syarat guna meraih gelar Sarjana Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penyelesaian laporan tugas akhir ini:

1. Kedua orang tua penulis yang senantiasa memberikan semangat, dukungan dan doa.
2. Dr. Margono, S.T., M.T. selaku Kepala Prodi SI Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
3. Dr. Adrian Nur, S.T., M.T. dan Mujtahid Kaavessina S.T., M.T., Ph.D. selaku pembimbing tugas akhir.
4. Seluruh Staf Pengajar dan karyawan Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta atas segala bantuannya dalam penyelesaian tugas akhir.
5. Semua pihak yang ikut membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan laporan ini. Semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak.

Surakarta, Juli 2016

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan.....	ii
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
Daftar Tabel.....	ix
Daftar Gambar	xi
Intisari	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	1
1.2 Kapasitas Perancangan.....	2
1.2.1 Data Impor <i>Vinyl Chloride Monomer</i>	2
1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku.....	3
1.2.3 Kapasitas Pabrik Yang Sudah Beroperasi di Indonesia	3
1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik.....	4
1.3.1 Faktor Primer.....	4
1.3.2 Faktor Sekunder.....	6
1.4 Tinjauan Pustaka	8
1.4.1 Macam-Macam Proses.....	8
1.4.2 Kegunaan Produk.....	11
1.4.3 Sifat Fisik dan Kimia Bahan Baku dan Produk	11
1.4.4 Tinjauan Proses Secara Umum	14
BAB II DESKRIPSI PROSES	15
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	15
2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku.....	15
2.1.1.1 <i>Ethylene Dichloride</i> (EDC)	15
2.1.2 Spesifikasi Produk.....	15
2.1.2.1 <i>Vinyl chloride monomer</i> (VCM).....	15
2.2 Konsep Proses	16

2.2.1	Dasar Reaksi.....	16
2.2.2	Fase Reaksi	16
2.2.3	Kondisi Reaksi	16
2.2.4	Sifat Reaksi	16
2.2.5	Tinjauan Termodinamika	17
2.2.5.1	Panas Reaksi (ΔH_r).....	17
2.2.5.2	Energi Bebas Gibbs (ΔG°).....	17
2.2.6	Tinjauan Kinetika.....	18
2.3	Diagram Alir Proses dan Deskripsi Proses	19
2.3.1	Diagram Alir Kualitatif.....	19
2.3.2	Diagram Alir Kuantitatif.....	19
2.3.3	Diagram Alir Proses.....	19
2.3.4	Deskripsi Proses.....	23
2.3.4.1	Tahap Penyiapan Bahan Baku	23
2.3.4.2	Tahap Pembentukan <i>Vinyl Chloride Monomer</i>	23
2.3.4.3	Tahap Separasi dan Pemurnian.....	23
2.4	Neraca Massa dan Neraca Panas.....	24
2.4.1	Neraca Massa.....	24
2.4.2	Neraca Panas	26
2.5	Tata Letak Pabrik dan Peralatan Proses.....	30
2.5.1	Tata Letak Pabrik.....	30
2.5.2	Tata Letak Peralatan Proses.....	33
BAB III SPESIFIKASI PERALATAN PROSES		35
3.1	Furnace.....	35
3.2	Kondenser Parsial	36
3.3	<i>Separator</i>	36
3.4	<i>Absorber</i>	37
3.5	Menara Distilasi	38
3.6	<i>Condenser</i>	39
3.7	Reboiler.....	39
3.8	Pompa - 01	40

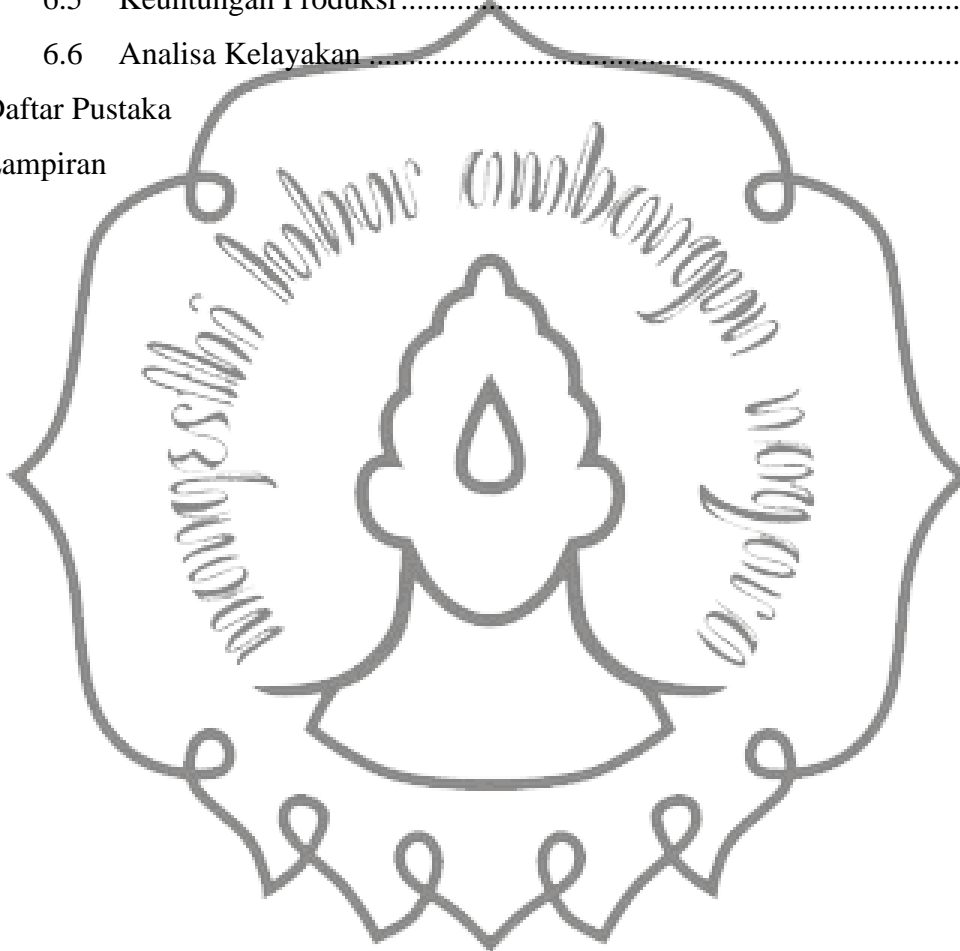
3.9 Pompa – 02	41
3.10 Pompa – 03.....	41
3.11 Pompa – 04.....	42
3.12 Pompa – 05.....	42
3.13 Pompa – 06.....	43
3.14 Pompa – 07.....	43
3.15 Pompa – 08.....	44
3.16 Storage – 01	44
3.17 Storage – 02	45
3.18 Storage – 03	46
BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES, LABORATORIUM	47
4.1 Unit Pendukung Proses	47
4.1.1 Unit Pengadaan Air.....	48
4.1.1.1 Air Pendingin dan Pemadam Kebakaran.....	48
4.1.1.2 Air Konsumsi dan Sanitasi	50
4.1.1.3 Pengolahan Air Umpan Boiler.....	51
4.1.2 Unit Pengadaan Udara Tekan	53
4.1.3 Unit Pengadaan Listrik	54
4.1.3.1 Listrik untuk Keperluan Proses dan Utilitas.....	54
4.1.3.2 Listrik untuk Penerangan.....	55
4.1.3.3 Listrik untuk AC	57
4.1.3.4 Listrik untuk Laboratorium dan Instrumentasi	57
4.1.4 Unit Pengadaan Bahan Bakar	58
4.1.5 Unit Pendingin <i>Downtherm A</i>	59
4.2 Laboratorium.....	59
4.2.1 Laboratorium Fisik.....	61
4.2.2 Laboratorium Analitik	61
4.2.3 Laboratorium Penelitian dan Pengembangan	62
4.2.4 Prosedur Analisa Bahan Baku dan Produk	62
4.2.4.1 Densitas.....	62
4.2.4.2 Kemurnian Bahan Baku dan Produk Utama.....	62

4.2.4.3 Analisa Kadar Air Bahan Baku	62
4.2.4.4 Analisa Kadar HCl Produk	63
4.2.5 Analisa Air	63
4.3 Unit Pengolahan Limbah	64
4.4 Keselamatan dan Kesehatan Kerja.....	65
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN	66
5.1 Bentuk Perusahaan	66
5.2 Struktur Organisasi	67
5.3 Tugas dan Wewenang	70
5.3.1 Pemegang Saham	70
5.3.2 Dewan Komisaris.....	70
5.3.3 Dewan Direksi	70
5.3.4 Staf Ahli	71
5.3.5 Penelitian dan Pengembangan (Litbang)	71
5.3.6 Kepala Bagian.....	72
5.3.7 Kepala Seksi.....	75
5.4 Pembagian Jam Kerja Karyawan	75
5.4.1 Karyawan non <i>Shift</i>	75
5.4.2 Karyawan <i>Shift</i>	75
5.5 Status Karyawan dan Sistem Upah	77
5.6 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji	77
5.6.1 Penggolongan Jabatan.....	77
5.6.2 Jumlah Karyawan dan Gaji.....	78
5.7 Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	80
BAB VI ANALISA EKONOMI	82
6.1 Penafsiran Harga Peralatan	82
6.2 Dasar Perhitungan	84
6.3 Penentuan <i>Total Capital Investment (TCI)</i>	84
6.3.1 Modal Tetap (<i>Fixed Capital Investment</i>)	85
6.3.2 Modal Kerja (<i>Working Capital Investment</i>)	86
6.4 Biaya Produksi (<i>Total Production Cost</i>).....	86

6.4.1	<i>Manufacturing Cost</i>	86
6.4.1.1	Direct Manufacturing Cost (DMC).....	86
6.4.1.2	Indirect Manufacturing Cost (IMC).....	87
6.4.1.3	<i>Fixed Manufacturing Cost</i> (FMC).....	87
6.4.2	<i>General Expenses</i> (GE).....	88
6.5	Keuntungan Produksi.....	88
6.6	Analisa Kelayakan	88

Daftar Pustaka

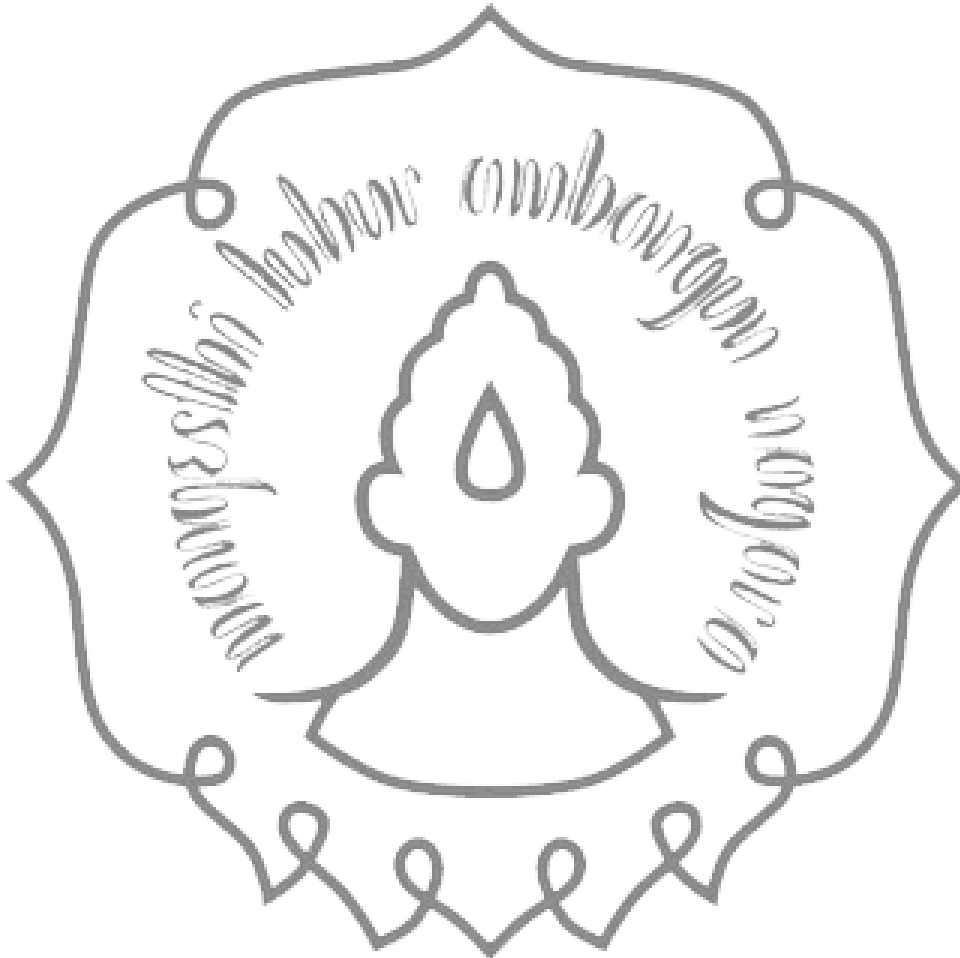
Lampiran



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Perkembangan Data Impor <i>Vinyl Chloride Monomer</i> di Indonesia .2
Tabel 1.2	Produsen <i>Vinyl Chloride Monomer</i> di Indonesia3
Tabel 1.3	Kelebihan dan Kelemahan Proses-proses Pembuatan VCM.....10
Tabel 2.1	Harga ΔH°_f Masing-masing Komponen.....17
Tabel 2.2	Harga ΔG°_f Masing-masing Komponen.....17
Tabel 2.3	Neraca Massa Reaktor (F)24
Tabel 2.4	Neraca Massa Partial Condenser (PC)25
Tabel 2.5	Neraca Massa Absorber (AB)25
Tabel 2.6	Neraca Massa Menara Distilasi (MD).....25
Tabel 2.7	Neraca Massa Total26
Tabel 2.8	Neraca Panas Tee26
Tabel 2.9	Neraca Panas Reaktor.....26
Tabel 2.10	Neraca Panas Kondenser Parsial27
Tabel 2.11	Neraca Panas Ekspander.....27
Tabel 2.12	Neraca Panas Absorber.....27
Tabel 2.13	Neraca Panas Throtling Valve.....28
Tabel 2.14	Neraca Panas Menara Distilasi.....28
Tabel 2.15	Neraca Panas Total.....29
Tabel 4.1	Kebutuhan Air Konsumsi Umum dan Sanitasi51
Tabel 4.2	Kebutuhan Listrik Untuk Keperluan Proses dan Utilitas54
Tabel 4.3	Jumlah <i>Lumen</i> Berdasarkan Luas Bangunan.....56
Tabel 4.4	Total Kebutuhan Daya Listrik Pabrik dari PLN.....57
Tabel 4.5	Total Kebutuhan Daya Listrik Pabrik dari Generator57
Tabel 4.6	Total Kebutuhan Bahan Bakar Pabrik.....59
Tabel 5.1	Jadwal pembagian kelompok <i>shift</i>76
Tabel 5.2	Jumlah dan Gaji Karyawan Menurut Jabatan.....78
Tabel 6.1	Indeks Harga Alat.....82
Tabel 6.2	Modal Tetap.....85
Tabel 6.3	Modal Kerja.....86

Tabel 6.4	<i>Direct Manufacturing Cost</i>	86
Tabel 6.5	<i>Indirect Manufacturing Cost</i>	87
Tabel 6.6	<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	87
Tabel 6.7	<i>Generak Expense</i>	88
Tabel 6.8	Analisis Kelayakan	89



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Grafik Impor <i>Vinyl Chloride Monomer</i> di Indonesia.....	2
Gambar 1.2	Peta Kota Cilegon.....	7
Gambar 1.3	Peta Lahan Pendirian Pabrik <i>Vinyl Chloride Monomer</i>	7
Gambar 2.1	Diagram Alir Kualitatif	20
Gambar 2.2	Diagram Alir Kuantitatif	21
Gambar 2.3	<i>Process Flow Diagram</i>	22
Gambar 2.4	Tata Letak Pabrik	32
Gambar 2.4	Tata Letak Peralatan Proses.....	34
Gambar 4.1	Skema Pengolahan Air Laut.....	50
Gambar 4.1	Analisis Pada Laboratorium	63
Gambar 5.1	Struktur Organisasi Pabrik <i>Vinyl Chloride Monomer</i>	69
Gambar 6.1	<i>Chemical Engineering Cost Index</i>	83
Gambar 6.2	Kurva Analisis Kelayakan.....	90

INTISARI

Andri Pratama Salim, Kukuh Eka Prasetya, 2016, Prarancangan Pabrik Vinyl Chloride Monomer dengan Proses Pirolisis Ethylene Dichloride Kapasitas 150.000 Ton/Tahun, Program Studi Sarjana Teknik Kimia, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Vinyl Chloride Monomer (C_2H_3Cl) adalah bahan kimia yang mempunyai fungsi yang sangat penting dalam menunjang pembangunan di sektor industri terutama industri plastik *Polyvinyl Chloride* (PVC). Pabrik *vinyl chloride monomer* dengan bahan baku *ethylene dichloride* (EDC) sebanyak 237.641,83 ton/tahun dan air sebanyak 176.944,99 ton/tahun akan didirikan di Cilegon, Banten pada tahun 2020 dengan kapasitas 150.000 ton/tahun VCM dengan hasil samping HCl 33% sebanyak 264.106,9 ton/tahun dan limbah sebanyak 479,95 ton/tahun.

Pembuatan *vinyl chloride monomer* (VCM) ini melalui 3 tahap yaitu tahap persiapan bahan baku, pembentukan produk, dan pemurnian produk. Pada tahap persiapan bahan baku, *ethylene dichloride* dinaikkan tekanan sampai 10 atm. Pada tahap pembentukan produk, cairan *ethylene dichloride* yang dialirkan ke dalam reaktor *plug flow, non isothermal* dalam *box furnace* lalu diuapkan sampai kondisi operasi reaktor dengan suhu 450 °C- 480,95 °C dan tekanan 10 atm dengan konversi 55%. Reaksi berlangsung tanpa katalis dalam fase gas. Pada tahap pemurnian produk, gas *vinyl chloride monomer* yang terbentuk dimurnikan dengan menara absorber untuk memperoleh larutan *vinyl chloride monomer* 99,8%. Sisa EDC yang tidak bereaksi dihilangkan kandungan airnya menggunakan menara distilasi (MD) untuk mengurangi kandungan airnya sehingga sesuai dengan spesifikasi bahan baku lalu di *recycle*.

Unit pendukung proses meliputi unit pengadaan air pendingin dan pemadam kebakaran yang bersumber dari air laut, yaitu dengan kebutuhan sebesar 1.112.141,8 kg/jam. Sedangkan untuk air umpan boiler dan konsumsi umum dan sanitasi diperoleh dari PT Krakatau Tirta Industri dengan kebutuhan sebesar 47.813,55 kg/jam. Unit pengadaan *steam* dengan kebutuhan sebesar 20.403,86 kg/jam. Unit pengadaan listrik sebesar 831,64 kW dari PLN dan generator. Unit pengadaan bahan bakar IDO sebesar 3.535,03 L/jam. Unit pengadaan udara tekan sebesar 45,87 m³/jam. Pabrik juga didukung dengan laboratorium yang berfungsi untuk mengontrol kualitas bahan baku dan produk (*hydrometer*, metode *Karl Fischer*, GC-MS) serta proses produksi (GC-MS).

Hasil analisis ekonomi didapatkan harga EDC Rp 8.097/ kg VCM dan harga VCM Rp 10.931/kg. *Total Production Cost* (TPC) Rp 2.031.454.057.360 , total penjualan Rp 2.496.961.441.687 dan profit setelah pajak Rp 349.130.538.245. *Rate of Return* (ROI) sebesar 48,32% sebelum pajak dan 36,24% sesudah pajak. *Pay Out Time* (POT) didapatkan 1,71 tahun sebelum pajak dan 2,16 tahun sesudah pajak. *Break Even Point* (BEP) sebesar 43,24%, *Shut Down Point* (SDP) sebesar 27,97%, dan *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 35,75%. Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa pabrik *vinyl chloride monomer* layak untuk didirikan.

Saran untuk prarancangan pabrik *vinyl chloride monomer* kapasitas 150.000 ton/tahun ini yaitu menghilangkan menara distilasi sehingga arus *liquid* hasil bawah menara absorber langsung di *recycle* dengan melakukan *purging* terlebih dahulu untuk mengurangi kandungan air sehingga kadar air sesuai dengan *fresh feed*.