



TUGAS DESAIN PABRIK KIMIA – TK184803
LINEAR LOW DENSITY POLYETHYLENE (LLDPE) DAN
HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE) DARI
ETHYLENE

Oleh :
Andhika Kamal Yudhistira
NRP. 022 11640000 063

Raihan Dewakinnara Dharmaswabhawa
NRP. 022 11640000 069

Dosen Pembimbing 1 :
Fadlilatul Taufany, ST., PhD
NIP. 198107132005011001

Dosen Pembimbing 2 :
Dr. Ir. Susianto, DEA
NIP. 196208201989031004

DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN REKAYASA
SISTEM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020



PLANT DESIGN PROJECT – TK184803
LINEAR LOW DENSITY POLYETHYLENE (LLDPE) AND
HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE) FROM
ETHYLENE

Proposed by :
Andhika Kamal Yudhistira
NRP. 022 11640000 063

Raihan Dewakinnara Dharmaswabhawa
NRP. 022 11640000 069

Advisor 1 :
Fadlilatul Taufany, ST., PhD
NIP. 198107132005011001

Advisor 2 :
Dr. Ir. Susianto, DEA
NIP. 196208201989031004

CHEMICAL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY AND
SYSTEM ENGINEERING
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020

LEMBAR PENGESAHAN

“PRA DESAIN PABRIK *LINEAR LOW DENSITY POLYETHYLENE (LLDPE)* DAN *HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE)* DARI ETHYLENE”

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada Program Studi-S1
Departemen Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh:

Andhika Kamal Y. **NRP. 02211640000063**
Raihan Dewakinnara D. **NRP. 02211640000069**

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Fadlilatul Taufany ST., Ph.D
(Pembimbing I)
2. Dr. Ir. Susianto, DEA
(Pembimbing II)
3. Prof. Dr. Ir. Ali Altway, M.Sc
(Penguji I)
4. Setiyo Gunawan, ST., Ph.D
(Penguji II)
5. Ni Made Intan Putri Suari, ST., MT
(Penguji III)


.....

.....

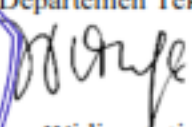
.....

.....

.....



Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Kimia


Dr. Eng. Widiyastuti, ST., MT
NIP. 197503062002122002

Surabaya, Agustus 2020

LINEAR LOW DENSITY POLYETHYLENE (LLDPE) DAN HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE) DARI ETHYLENE

Nama : 1. Andhika Kamal Yudhistira
2. Raihan Dewakinnara D.
NRP : 1. 02211640000063
2. 02211640000069
Pembimbing : 1. Fadlilatul Taufany, ST., PhD
2. Dr. Ir. Susianto, DEA

INTISARI

Kebutuhan polietilena di Indonesia sangat tinggi dan tumbuh dengan cepat seiring dengan pertumbuhan ekonomi yang cukup tinggi. Hal ini dibuktikan dengan perbandingan data impor dan ekspor polietilena yang sangat signifikan hingga mencapai 2,1 kali lipat. Pada tahun 2018, angka ekspor polietilena Indonesia mencapai 3.719.500 kg, namun angka impor jauh melampauinya, yaitu 7.832.563 kg (Badan Pusat Statistik, 2019). Hal ini menjadi tantangan serta peluang Indonesia untuk menjawab kebutuhan dalam negeri dengan menekan angka impor polietilena.

Contoh grade polietilena yang luas penggunaannya adalah *High Density Polyethylene* atau disingkat HDPE dan juga *Linear Low Density Polyethylene* atau disingkat LLDPE. Material plastik HDPE digunakan sebagai bahan dasar plastik untuk di jadikan pellet atau bijih plastik yang merupakan bahan dasar pembentuk produk plastik yang diinginkan. Kemampuan daya tahan plastik HDPE terhadap bahan kimia menjadikan plastik jenis polimer ini banyak diaplikasikan dalam kehidupan sehari – hari. HDPE merupakan jenis material plastik yang mampu mencegah reaksi kimia antara kemasan yang berbahan HDPE dengan makanan/minuman yang dikemasnya. Pengaplikasian material plastik HDPE biasa dipakai untuk membuat botol susu, kursi lipat, dan galon air minum. Sedangkan material plastik LLDPE memiliki karakteristik kekuatan seal yang tinggi, properti hot tack yang bagus, dan ulet. LLDPE umum digunakan sebagai bahan dasar

pembuat plastik, pembungkus baju, pembungkus kabel, serta gelas dan piring plastik.

Berdasarkan laporan tahunan PT Chandra Asri Petrochemical tahun 2018, terdapat dua pabrik yang memproduksi HDPE dan LLDPE, untuk LLDPE yaitu PT Chandra Asri Petrochemical dengan kapasitas 200.000.000 kg/tahun dan PT Lotte Chemical Titan dengan kapasitas 200.000.000 kg/tahun. Untuk HDPE yaitu PT Chandra Asri Petrochemical dengan kapasitas 136.000.000 kg/tahun dan PT Lotte Chemical Titan dengan kapasitas 250.000.000 kg/tahun. Angka ini masih dibawah kebutuhan HDPE di Indonesia yang menurut Laporan PT Chandra Asri Petrochemical mencapai 701.000.000 kg/tahun dan untuk kebutuhan LLDPE 685.000.000 kg/tahun pada tahun 2017.

Oleh karena itu direncanakan pendirian pabrik HDPE dan LLDPE yang beroperasi secara kontinu 24 jam selama 330 hari per tahun dengan kapasitas produksi 125.9 KTPA untuk HDPE, dan 230 KTPA untuk LLDPE dengan kebutuhan bahan baku *ethylene* dalam fase gas sebanyak 359738 MT/tahun yang di – *supply* langsung dari PT. Chandra Asri Petrochemical menggunakan sistem perpipaan.

Pabrik ini rencana akan didirikan di Cilegon, Banten mulai tahun 2020, dan selesai pada tahun 2022. Industri Petrokimia di Indonesia juga telah diatur, memerlukan izin, dan diawasi oleh BKPM, Kementerian Periindustrian, Kementerian Negara Lingkungan Hidup, Badan Pengendalian Dampak Lingkungan, Kementerian Komunikasi, dan Departemen Tenaga Kerja. Berdasarkan izin prinsip yang telah diberikan oleh BKPM terhadap industri Petrokimia di Indonesia pada tanggal 31 Desember 2010, maka resmi ditetapkan bahwa pemerintah memberikan izin kepada perseroan untuk dapat melakukan kegiatan produksi atas *ethylene*, *propylene*, *pyrolysis gasoline*, *polyethylene*, *crude C4* dan *polypropylene*.

Berdasarkan analisis ekonomi, laju pengembalian modal (IRR) pabrik ini sebesar 20.7% pada tingkat suku bunga 9.95% pertahun, dan laju inflasi sebesar 2.72% per tahun. Sedangkan

untuk waktu pengembalian modal (POT) adalah 8 tahun 11 bulan dan titik impas (BEP) sebesar 23.86% dari kapasitas produk. Umur dari pabrik adalah 10 tahun dan masa konstruksi adalah 2 tahun. Untuk memproduksi HDPE sebanyak 125.9 KTPA dan LLDPE sebanyak 230 KTPA diperlukan total biaya produksi per tahun (TPC) sebesar Rp 1.583.580.003.121 dengan biaya investasi total (TCI) sebesar Rp 2.050.694.962.943 dan total penjualan sebesar Rp 2.218.888.240.562 Dengan melihat aspek penilaian analisis ekonomi dan teknisnya, maka pabrik HDPE dan LLDPE dari *ethylene* ini layak untuk didirikan.

(HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya yang telah diberikan kepada kami, sehingga kami dapat menyelesaikan laporan pra-desain pabrik kami dengan judul: ***“Linear Low Density Polyethylene (LLDPE) dan High Density Polyethylene (HDPE) dari Ethylene”***

Laporan ini menjadi salah satu poin yang harus dilakukan oleh mahasiswa Teknik Kimia FTIRS-ITS untuk mendapatkan gelar sarjana. Penyusunan Laporan ini didasarkan pada beberapa literatur dari buku dan beberapa jurnal, maupun aplikasi ilmu pengetahuan yang telah kami dapatkan selama menjalani masa perkuliahan dan khususnya di Laboratorium Perpindahan Massa dan Panas, Departemen Teknik Kimia FTIRS-ITS.

Kami sebagai penulis menyadari apabila dalam penyusunan skripsi ini tidak dapat kami lakukan dengan baik tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini kami ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga atas segala dukungan, kasih sayang, do'a sekaligus semua pengorbanan untuk kami dalam mendidik dan membesarkan kami
2. Bapak Fadlilatul Taufany, ST., PhD selaku dosen pembimbing utama kami dan Bapak Dr. Ir. Susianto, DEA selaku dosen pembimbing kedua kami.
3. Ibu Dr. Widiyastuti, ST., MT. selaku kepala Departemen Teknik Kimia FTIRS-ITS
4. Bapak Dr. Ir. Susianto, DEA selaku Kepala Laboratorium Laboratorium Perpindahan Panas dan Massa, Departemen Teknik Kimia FTIRS-ITS
5. Bapak Dr. Kusdianto, ST., M.Sc.Eng. selaku koordinator Tugas Akhir dan Skripsi Departemen Teknik Kimia FTI-ITS
6. Bapak/Ibu dosen penguji
7. Seluruh dosen dan karyawan di lingkungan Departemen Teknik Kimia FTIRS-ITS

8. Teman-teman kami K-56 yang telah menemani hari-hari kami selama berada di lingkungan Departemen Teknik Kimia, FTI-ITS
9. Rekan-rekan di Laboratorium Perpindahan Panas dan Massa
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dalam proses pengerjaan laporan skripsi ini.

Kami juga menyadari bahwa masih banyak hal yang harus diperbaiki dari Laporan Tugas Pra-Desain Pabrik yang telah kami buat, oleh karena itu kami sangat mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak. Sebagai penutup, kami berharap semoga nantinya Tugas Akhir Pra Desain Pabrik kami ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Surabaya, Januari 2020

Penyusun

DAFTAR ISI

INTISARI	i
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang	1
BAB II BASIS DESAIN DATA	7
II.1 Kapasitas Pabrik	7
II.2 Penentuan Lokasi Pabrik	10
II.3 <i>Polyethylene</i> dan Bahan Baku Pembuat <i>Polyethylene</i>	16
II.4 Spesifikasi Bahan Baku	19
II.4.1. Bahan Baku Utama Pembuatan LLDPE dan HDPE	19
II.4.2. Bahan Pembantu	21
II.4.3. Target Produk	26
II.4.4. Spesifikasi Produk	28
BAB III SELEKSI DAN URAIAN PROSES	31
III.1 Jenis Proses Pembuatan <i>Polyethylene</i>	31
III.2 Seleksi Proses Pembuatan <i>Polyethylene</i>	33
III.3 Uraian Proses.....	35
III.4 Langkah Proses.....	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	41
IV.1. Neraca Massa	41
IV.1.1 Deoxo Vessel (D-113)	42
IV.1.2 Ethylene Dryer (B-114).....	43
IV.1.3 Reaktor <i>Fluidized Bed</i> (R-210)	44
IV.1.4 Product Purge Bin (R-220).....	51
IV.1.5 <i>Pelletizer</i> (M-230).....	52
IV.1.6 <i>Pellet Dryer</i> (B-240).....	54
IV.1.7 Reaktor <i>Fluidized Bed</i> (R-310)	55
IV.1.8 Product Purge Bin (R-320).....	62
IV.1.9 <i>Pelletizer</i> (M-330).....	63

IV.I.10 <i>Pellet Dryer</i> (B-340)	65
IV.II Neraca Energi	66
IV.II.1 Ethylene Interchanger (E-110 A)	67
IV.II.2 Ethylene Interchanger (E-110 B)	68
IV.II.3 Ethylene Preheater (E-111)	69
IV.II.4 <i>Ethylene Cooler</i> (E-112)	70
IV.II.5 Reaktor (R-210)	71
IV.II.6 Cycle Gas Compressor (G-212)	72
IV.II.7 Cycle Gas Cooler (E-213)	73
IV.II.8 Product Purge Bin (R-220)	74
IV.II.9 <i>Mixer</i> (M-230)	75
IV.II.10 <i>Cooler</i> (E-243)	76
IV.II.11 <i>Preheater Udara</i> (E-245)	77
IV.II.12 LLDPE Rotary Dryer (B-240)	77
IV.II.13 Reaktor (R-310)	79
IV.II.14 Cycle Gas Compressor (G-312)	80
IV.II.15 Cycle Gas Cooler (E-313)	81
IV.II.16 Product Purge Bin (R-320)	82
IV.II.17 <i>Mixer</i> (M-330)	83
IV.II.18 <i>Cooler</i> (E-333)	84
IV.II.19 Preheater Udara (E-344)	85
IV.II.20 HDPE Pellet Rotary Dryer (B-340)	85
BAB V DAFTAR DAN HARGA PERALATAN	87
V.1. Ethylene Interchanger (E-110A)	87
V.2. Ethylene Interchanger (E-110B)	88
V.3. Ethylene Preheater (E-111)	90
V.4. Ethylene Deoxo Vessel (D-113)	91
V.5. Ethylene Cooler (E-112)	92
V.6. Ethylene Dryer (B-114)	94
V.7. Co-Monomer <i>Tank</i> (F-115)	95
V.8. Co-Monomer <i>Pump</i> (L-116)	96
V.9. TEAL <i>Tank</i> (F-214)	96
V.10. TEAL <i>Pump</i> (L-215)	97
V.11. Liquid Additive Tank (F-245)	98
V.12. Liquid Additive Pump (F-246)	99

V.13.	Catalyst Tank LLDPE (F-221)	99
V.14.	Cycle Gas Compressor LLDPE (G-212).....	100
V.15.	Cycle Gas Cooler (E-213)	101
V.16.	Fluidized Bed Reactor (R-210).....	102
V.17.	Product Purge Bin (R-220)	104
V.18.	<i>Mixer</i> (M-230).....	105
V.19.	Pellet Chamber (F-244)	105
V.20.	Melt Pump (L-242).....	106
V.21.	Melt Screen (H-233).....	106
V.22.	<i>Blower</i> (G-312).....	107
V.23.	<i>Pre Heater</i> Udara (E-246)	107
V.24.	Pellet Dryer (B-240)	109
V.25.	Water Pump (L-242).....	110
V.26.	Water Cooler (E-243)	110
V.27.	Pellet Classifier (H-250).....	112
V.28.	<i>Silo</i> (F-260).....	112
V.29.	Catalyst Tank (F-311).....	113
V.30.	Cycle Gas Compressor (G-312).....	114
V.31.	Cycle Gas Cooler (E-313)	114
V.32.	Fluidized Bed Reactor (R-310).....	116
V.33.	Product Purge Bin (R-320)	117
V.34.	<i>Mixer</i> (M-330).....	119
V.35.	Pellet Chamber (F-334)	119
V.36.	Melt Pump (L-332).....	120
V.37.	Melt Screen (H-333).....	120
V.38.	<i>Blower</i> (G-344).....	120
V.39.	<i>Pre Heater</i> Udara (E-345)	121
V.40.	Pellet Dryer (B-340)	122
V.41.	Water Pump (L-332).....	123
V.42.	Water Cooler (E-343)	123
V.43.	Pellet Classifier (H-350).....	125
V.44.	<i>Silo</i> (F-360).....	125
BAB VI DAFTAR DAN HARGA PERALATAN.....		127
VI.1 Penegelolaan Sumber Daya Manusia		127
VI.1.1 Bentuk Badan Perusahaan		127

VI.1.2 Sistem Organisasi Perusahaan	127
VI.1.3 Perincian Jumlah Tenaga Kerja	134
VI.1.4 Status Karyawan dan Pengupahan	137
VI.2 Utilitas	137
VI.2.1 Unit Pengolahan Air	138
VI.2.2 Unit Penyediaan Steam.....	139
VI.2.3 Unit Pembangkit Tenaga Listrik.....	139
VI.2.4 Unit Bahan Bakar	139
VI.2.5 Unit Penanganan Limbah	139
VI.3 Analisa Ekonomi	140
VI.3.1 Analisa Keuangan.....	140
VI.3.2 Analisa Laju Pengembalian Modal (<i>Internal Rate of Return / IRR</i>)	141
VI.3.3 Analisa Waktu Pengembalian Modal (<i>Payout Period / POP</i>)	141
VI.3.4 Analisa Titik Impas (<i>Break Even Point / BEP</i>)....	141
BAB VII KESIMPULAN.....	143
DAFTAR PUSTAKA.....	xix

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Grafik Kenaikan Gap antara <i>Supply</i> dan <i>Demand Polyethylene</i> di Indonesia.....	I-5
Gambar II.1 Topografi Kota Cilegon	II-5
Gambar II.2 Topografi Kabupaten Indramayu	II-6
Gambar II.3 Reaksi Sederhana Pembentukan <i>Polyethylene</i> ..	II-18
Gambar IV.1 Gambar Deoxo Vessel (D-113).....	IV-2
Gambar IV.2 Gambar Ethylene Dryer (B-114).....	IV-2
Gambar IV.3 Gambar Reaktor Fluidized Bed (R-210)	IV-3
Gambar IV.4 Gambar Tee Reaktor Fluidized Bed (R-210) .	IV-4
Gambar IV.5 Gambar Product Purge Bin (R-220).....	IV-7
Gambar IV.6 Gambar Pelletizer (M-230)	IV-8
Gambar IV.7 Gambar Pellet Dryer (B-240).....	IV-8
Gambar IV.8 Gambar Reaktor Fluidized Bed (R-310)	IV-9
Gambar IV.9 Gambar Tee Reaktor Fluidized Bed (R-310) .	IV-10
Gambar IV.10 Gambar Product Purge Bin (R-320).....	IV-13
Gambar IV.11 Gambar Pelletizer (M-330)	IV-14
Gambar IV.12 Pellet Dryer (B-340)	IV-14
Gambar IV.13 Aliran Energi pada Sistem	IV-15
Gambar IV.14 Gambar Ethylene Interchanger (E-110A)	IV-16
Gambar IV.15 Gambar Ethylene Interchanger (E-110 B)....	IV-17
Gambar IV.16 Gambar Ethylene Preheater (E-111)	IV-18
Gambar IV.17 Gambar Ethylene Cooler (E-112)	IV-18
Gambar IV.18 Gambar Reaktor (R-210)	IV-19
Gambar IV.19 Gambar Cycle Gas Compresor (G-212).....	IV-20
Gambar IV.20 Gambar Cycle Gas Cooler (E-213	IV-21
Gambar IV.21 Gambar Product Purge Bin (R-220).....	IV-21
Gambar IV.22 Gambar Mixer (M-230)	IV-22
Gambar IV.23 Gambar Cooler (E-243)	IV-22
Gambar IV.24 Gambar Preheater Udara (E-245).....	IV-23
Gambar IV.25 Gambar LLDPE Rotary Dryer (B-240).....	IV-23
Gambar IV.26 Gambar Reaktor (R-310)	IV-24
Gambar IV.27 Gambar Cycle Gas Compressor (G-312)	IV-25
Gambar IV.28 Gambar Cycle Gas Cooler (E-313).....	IV-26

Gambar IV.29	Gambar Product Purge Bin (R-320).....	IV-26
Gambar IV.30	Gambar IV.30 Gambar Mixer (M-330).....	IV-27
Gambar IV.31	Gambar Cooler (E-333)	IV-27
Gambar IV.32	Gambar Preheater Udara (E-344).....	IV-28
Gambar IV.33	Gambar HDPE Pellet Rotary Dryer (B-340)	IV-29
Gambar VI.1	Struktur Organisasi	VI-2
Gambar VI.14	Grafik <i>Break Even Point</i>	VI-14

DAFTAR TABEL

Tabel I.1 Data Impor HDPE	I-3
Tabel I.2 Data Impor LLDPE	I-3
Tabel I.3 Data Ekspor LLDPE	I-4
Tabel I.4 Data Ekspor HDPE	I-4
Tabel II.1 Data <i>Supply Demand</i> LLDPE di Indonesia.....	II-1
Tabel II.2 Data <i>Supply Demand</i> HDPE di Indonesia.....	II-1
Tabel II.3 Pertumbuhan Produksi, Konsumsi, Ekspor, dan Impor LLDPE di Indonesia	II-2
Tabel II.4 Pertumbuhan Produksi, Konsumsi, Ekspor, dan Impor HDPE di Indonesia	II-3
Tabel II.5 Estimasi Supply Demand LLDPE pada Tahun 2022.....	II-2
Tabel II.6 Estimasi Supply Demand HDPE pada Tahun 2022.....	II-2
Tabel II.7 Hubungan Melt Index dengan Berat Molekul Polyethylene.....	II-9
Tabel II.8 Struktur HDPE, LDPE, dan LLDPE.....	II-10
Tabel II.9 Sifat Berbagai Jenis Polyethylene.....	II-10
Tabel II.10 Komposisi Ethylene.....	II-11
Tabel II.11 Sifat Fisik Ethylene.....	II-11
Tabel II.12 Sifat Fisik Butene-1	II-12
Tabel II.13 Komposisi Butene-1	II-13
Tabel II.14 Sifat Fisik Hydrogen.....	II-13
Tabel II.15 Sifat Fisik Nitrogen.....	II-14
Tabel II.16 Komposisi Nitrogen.....	II-14
Tabel II.17 Sifat Fisik Titanium Tetraklorida.....	II-15
Tabel II.18 Sifat Fisik TEAL	II-16
Tabel II.19 Sifat Fisik Polyethylene.....	II-17
Tabel II.20 Spesifikasi Produk HDPE.....	II-18
Tabel II.21 Spesifikasi Produk LLDPE.....	II-18
Tabel III.1 Perbandingan Proses Pembuatan <i>Polyethylene</i>	III-3

Tabel III.2 Perbandingan Seleksi Proses Secara Kuantitatif.....	III-4
Tabel IV.1 Neraca Massa Sistem <i>Deoxo Vessel</i> (D-113).....	IV-2
Tabel IV.2 Neraca Massa Sistem <i>Ethylene Dryer</i> (B-114).....	IV-2
Tabel IV.3 Neraca Massa Sistem Reaktor <i>Fluidized Bed</i> (R-210).....	IV-3
Tabel IV.4 Neraca Massa Sistem Tee 1	IV-4
Tabel IV.5 Neraca Massa Sistem Tee 2	IV-4
Tabel IV.6 Neraca Massa Sistem Tee 3	IV-5
Tabel IV.7 Neraca Massa Sistem Tee 4	IV-5
Tabel IV.8 Neraca Massa Sistem Tee 5	IV-6
Tabel IV.9 Neraca Massa Sistem Reaktor <i>Fluidized Bed</i> (R-210) <i>Total</i>	IV-6
Tabel IV.10 Neraca Massa Sistem <i>Product Purge Bin</i> (R-220).....	IV-7
Tabel IV.11 Neraca Massa Sistem <i>Pelletizer</i> (M-230) ..	IV-8
Tabel IV.12 Neraca Massa Sistem <i>Pellet Dryer</i> (B-240).....	IV-8
Tabel IV.13 Neraca Massa Sistem Reaktor <i>Fluidized Bed</i> (R-310).....	IV-9
Tabel IV.14 Neraca Massa Sistem Tee 1	IV-10
Tabel IV.15 Neraca Massa Sistem Tee 2	IV-10
Tabel IV.16 Neraca Massa Sistem Tee 3	IV-11
Tabel IV.17 Neraca Massa Sistem Tee 4	IV-11
Tabel IV.18 Neraca Massa Sistem Tee 5	IV-12
Tabel IV.19 Neraca Massa Sistem Reaktor <i>Fluidized Bed</i> (R-310) <i>Total</i>	IV-12
Tabel IV.20 Neraca Massa Sistem <i>Product Purge Bin</i> (R-320).....	IV-13
Tabel IV.21 Neraca Massa Sistem <i>Pelletizer</i> (M-330).....	IV-14
Tabel IV.22 Neraca Massa Sistem <i>Pellet Dryer</i> (B-340).....	IV-14

Tabel IV.23 Neraca Energi Sistem <i>Ethylene Interchanger</i> (E-110A).....	IV-16
Tabel IV.24 Neraca Energi Sistem <i>Ethylene Interchanger</i> (E-110 B)	IV-17
Tabel IV.25 Neraca Energi Sistem <i>Ethylene Preheater</i> (E-111)	IV-18
Tabel IV.26 Neraca Energi Sistem <i>Ethylene Cooler</i> (E-112)	IV-18
Tabel IV.27 Neraca Energi Sistem Reaktor (R-210)...	IV-19
Tabel IV.28 Neraca Energi Sistem <i>Cycle Gas Compresor</i> (G-212)	IV-20
Tabel IV.29 Neraca Energi Sistem <i>Cycle Gas Cooler</i> (E-213)	IV-21
Tabel IV.30 Neraca Energi Sistem <i>Product Purge Bin</i> (R-220)	IV-22
Tabel IV.31 Neraca Energi Sistem <i>Mixer</i> (M-230)....	IV-22
Tabel IV.32 Neraca Energi Sistem <i>Cooler</i> (E-243)....	IV-23
Tabel IV.33 Neraca Energi Sistem <i>Preheater</i> Udara (E-245)	IV-23
Tabel IV.34 Neraca Energi Sistem LLDPE <i>Rotary Dryer</i> (B-240)..	IV-24
Tabel IV.35 Neraca Energi Sistem Reaktor (R-310)...	IV-25
Tabel IV.36 Neraca Energi Sistem <i>Cycle Gas Compressor</i> (G-312)	IV-26
Tabel IV.37 Neraca Energi Sistem <i>Cycle Gas Cooler</i> (E-313)	IV-26
Tabel IV.38 Neraca Energi Sistem <i>Product Purge Bin</i> (R-320)	IV-27
Tabel IV.39 Neraca Energi Sistem <i>Mixer</i> (M-330)....	IV-27
Tabel IV.40 Neraca Energi Sistem <i>Cooler</i> (E-333).....	IV-28
Tabel IV.41 Neraca Energi Sistem <i>Preheater</i> Udara (E-344)	IV-28
Tabel IV.42 Neraca Energi Sistem HDPE <i>Pellet Rotary Dryer</i> (B-340)	IV-29

Tabel V.1 Spesifikasi Alat <i>Ethylene Interchanger</i> (E-110A)	V-1
Tabel V.2 Spesifikasi Alat <i>Ethylene Interchanger</i> (E-110B)	V-1
Tabel V.3 Spesifikasi Alat <i>Ethylene Preheater</i> (E-111)..	V-2
Tabel V.4 Spesifikasi Alat <i>Ethylene Deoxo Vessel</i> (D-113)	V-2
Tabel V.5 Spesifikasi Alat <i>Bucket Ethylene Cooler</i> (E-112)	V-3
Tabel V.6 Spesifikasi Alat <i>Ethylene Dryer</i> (B-114)	V-4
Tabel V.7 Spesifikasi Alat <i>Co-Monomer Tank</i> (F-115)..	V-4
Tabel V.8 Spesifikasi Alat <i>Co-Monomer Pump</i> (L-116)	V-5
Tabel V.9 Spesifikasi Alat <i>TEAL Tank</i> (F-214)	V-5
Tabel V.10 Spesifikasi Alat <i>TEAL Pump</i> (L-215).....	V-6
Tabel V.11 Spesifikasi Alat <i>Liquid Additive Tank</i> (F-245)	V-6
Tabel V.12 Spesifikasi Alat <i>Liquid Additive Pump</i> (F-246)	V-7
Tabel V.13 Spesifikasi Alat <i>Catalyst Feeder</i> LLDPE (F-221)	V-7
Tabel V.14 Spesifikasi Alat <i>Cycle Gas Compressor</i> LLDPE (G-212)	V-8
Tabel V.15 Spesifikasi Alat <i>Cycle Gas Cooler</i> (E-213).	V-8
Tabel V.16 Spesifikasi Alat <i>Fluidized Bed Reactor</i> (R-210)	V-9
Tabel V.17 Spesifikasi Alat <i>Product Purge Bin</i> (R-220)	V-9
Tabel V.18 Spesifikasi Alat <i>Mixer</i> (M-230)	V-10
Tabel V.19 Spesifikasi Alat <i>Pellet Chamber</i> (F-244) ..	V-11
Tabel V.20 Spesifikasi Alat <i>Melt Pump</i> (L-242)	V-11
Tabel V.21 Spesifikasi Alat <i>Melt Screen</i> (H-233).....	V-11
Tabel V.22 Spesifikasi Alat <i>Blower</i> (G-312)	V-11
Tabel V.23 Spesifikasi Alat <i>Pre Heater</i> Udara (E-246).	V-12
Tabel V.24 Spesifikasi Alat <i>Pellet Dryer</i> (B-240)	V-12
Tabel V.25 Spesifikasi Alat <i>Water Pump</i> (L-242)	V-13
Tabel V.26 Spesifikasi Alat <i>Water Cooler</i> (E-243)	V-13

Tabel V.27 Spesifikasi Alat <i>Pellet Classifier</i> (H-250).	V-14
Tabel V.28 Spesifikasi Alat <i>Silo</i> (F-260).....	V-14
Tabel V.29 Spesifikasi Alat <i>Catalyst Feeder</i> (F-311)..	V-14
Tabel V.30 Spesifikasi Alat <i>Cycle Gas Compressor</i> (G-312)	V-15
Tabel V.31 Spesifikasi Alat <i>Cycle Gas Cooler</i> (E-313).	V-15
Tabel V.32 Spesifikasi Alat <i>Fluidized Bed Reactor</i> (R-310)	V-16
Tabel V.33 Spesifikasi Alat <i>Product Purge Bin</i> (R-320)....	V-17
Tabel V.34 Spesifikasi Alat <i>Mixer</i> (M-330)	V-17
Tabel V.35 Spesifikasi Alat <i>Pellet Chamber</i> (F-334)..	V-18
Tabel V.36 Spesifikasi Alat <i>Melt Pump</i> (L-332)	V-18
Tabel V.37 Spesifikasi Alat <i>Melt Screen</i> (H-333)	V-18
Tabel V.38 Spesifikasi Alat <i>Blower</i> (G-344).....	V-19
Tabel V.39 Spesifikasi Alat <i>Pre Heater</i> Udara (E-345).	V-19
Tabel V.40 Spesifikasi Alat <i>Pellet Dryer</i> (B-340)	V-19
Tabel V.41 Spesifikasi Alat <i>Water Pump</i> (L-332).....	V-20
Tabel V.42 Spesifikasi Alat <i>Water Cooler</i> (E-343)	V-20
Tabel V.43 Spesifikasi Alat <i>Pellet Classifier</i> (H-350).	V-21
Tabel V.44 Spesifikasi Alat <i>Silo</i> (F-360).....	V-21
Tabel VI.1 Daftar Kebutuhan Pekerja Pabrik LLDPE dan HDPE.....	VI-8
Tabel VI.2 Jadwal Shift dengan Sistem 2-2-2	VI-9
Tabel VI.3 Parameter Perhitungan Ekonomi	VI-13

(HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN)

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan pertumbuhan penduduk terbesar keempat di dunia (Worldometers). Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk di Indonesia maka tidak dapat dihindari bahwa kebutuhan dasar penduduk juga meningkat, salah satunya adalah kebutuhan plastik. Hal ini sejalan dengan keadaan ekonomi industri petrokimia yang saat ini sedang mengalami peningkatan. Selain itu pendirian maupun peningkatan kapasitas suatu pabrik polimer juga merupakan upaya untuk meningkatkan pembangunan industri nasional di Indonesia guna meningkatkan kebutuhan dan daya saing agar mampu menerobos pasar internasional dan mempertahankan pasar dalam negeri.

Kebutuhan polietilena di Indonesia sangat tinggi dan tumbuh dengan cepat seiring dengan pertumbuhan ekonomi yang cukup tinggi. Hal ini dibuktikan dengan perbandingan data impor dan ekspor polietilena yang sangat signifikan hingga mencapai 2,1 kali lipat. Pada tahun 2018, angka ekspor polietilena Indonesia mencapai 3.719.500 kg, namun angka impor jauh melampauinya, yaitu 7.832.563 kg (Badan Pusat Statistik, 2019). Hal ini menjadi tantangan serta peluang Indonesia untuk menjawab kebutuhan dalam negeri dengan menekan angka impor polietilena.

Industri Petrokimia di Indonesia juga telah diatur, memerlukan izin, dan diawasi oleh BKPM, Kementerian Perindustrian, Kementerian Negara Lingkungan Hidup, Badan Pengendalian Dampak Lingkungan, Kementerian Komunikasi, dan Departemen Tenaga Kerja. Berdasarkan izin prinsip yang telah diberikan oleh BKPM terhadap industri Petrokimia di Indonesia pada tanggal 31 Desember 2010, maka resmi ditetapkan bahwa pemerintah memberikan izin kepada perseroan untuk dapat melakukan kegiatan produksi atas *ethylene*, *propylene*, *pyrolysis gasoline*, *polyethylene*, *crude C4* dan *polypropylene*.

Contoh grade polietilena yang luas penggunaannya adalah *High Density Polyethylene* atau disingkat HDPE dan juga *Linear Low Density Polyethylene* atau disingkat LLDPE. Material plastik HDPE digunakan sebagai bahan dasar plastik untuk di jadikan pellet atau bijih plastik yang merupakan bahan dasar pembentuk produk plastik yang diinginkan. Kemampuan daya tahan plastik HDPE terhadap bahan kimia menjadikan plastik jenis polimer ini banyak diaplikasikan dalam kehidupan sehari – hari. HDPE merupakan jenis material plastik yang mampu mencegah reaksi kimia antara kemasan yang berbahan HDPE dengan makanan/minuman yang dikemasnya. Pengaplikasian material plastik HDPE biasa dipakai untuk membuat botol susu, kursi lipat, dan galon air minum. Sedangkan material plastik LLDPE memiliki karakteristik kekuatan seal yang tinggi, properti hot tack yang bagus, dan ulet. LLDPE umum digunakan sebagai bahan dasar pembuat plastik, pembungkus baju, pembungkus kabel, serta gelas dan piring plastik (Nurdiansyah, 2013).

Berdasarkan laporan tahunan PT Chandra Asri Petrochemical tahun 2018, terdapat dua pabrik yang memproduksi HDPE dan LLDPE, untuk LLDPE yaitu PT Chandra Asri Petrochemical dengan kapasitas 200.000.000 kg/tahun dan PT Lotte Chemical Titan dengan kapasitas 200.000.000 kg/tahun. Untuk HDPE yaitu PT Chandra Asri Petrochemical dengan kapasitas 136.000.000 kg/tahun dan PT Lotte Chemical Titan dengan kapasitas 250.000.000 kg/tahun. Angka ini masih dibawah kebutuhan HDPE di Indonesia yang menurut Laporan PT Chandra Asri Petrochemical mencapai 701.000.000 kg/tahun dan untuk kebutuhan LLDPE 685.000.000 kg/tahun pada tahun 2017. Oleh karena itu, untuk memenuhi kebutuhan LLDPE dan HDPE dalam negeri dan mengurangi ketergantungan terhadap impor, perencanaan pendirian pabrik *High Density Polyethylene* dan *Linear Low Density Polyethylene* perlu diupayakan.

Bahan baku merupakan kebutuhan esensial dalam proses produksi suatu pabrik, sehingga ketersediaannya diupayakan terus terjaga. Bahan baku dalam proses pembuatan sampai menjadi

polyethylene ini terdiri dari *ethylene*, hidrogen, *co-monomer* 1-butene, katalis $TiCl_4$, ko-katalis TEAL, nitrogen, dan *additive*.

Kebutuhan *polyethylene* di Indonesia sampai saat ini hanya disuplai dari PT. Lotte Chemical Titan dan PT. Chandra Asri Petrochemical, sedangkan kekurangannya dipenuhi dari impor, baik dari Arab Saudi, Amerika, Jepang, Korea maupun dari negara-negara lain yang memiliki kelebihan produksi. Dengan adanya arus dari luar negeri, menyebabkan semakin bertambahnya defisit transaksi berjalan. Dengan memperhatikan kebutuhan LLDPE dan HDPE yang semakin meningkat dan yang tak dapat terpenuhi oleh pabrik LLDPE dan HDPE yang ada di Indonesia, maka didirikannya pabrik LLDPE dan HDPE yang baru adalah salah satu penyelesaian untuk memenuhi kebutuhan LLDPE dan HDPE di Indonesia. Selain dapat menaikkan devisa negara, industri LLDPE dan HDPE juga merupakan lahan bisnis yang baik dan menguntungkan, melihat terdapat angka *demand* yang tinggi. Di samping itu impor kebutuhan LLDPE dan HDPE dalam negeri dapat ditekan sehingga devisa negara dapat ditingkatkan, bahkan lebih jauh lagi dapat memungkinkan untuk orientasi ekspor.

Perkembangan kebutuhan *polyethylene* (HDPE dan LLDPE) dari tahun 2012 sampai dengan tahun 2018 dapat dilihat dalam Tabel 1.1 dan Tabel 1.2 berikut:

Tabel 1. 1 Data Impor HDPE

Tahun	Impor Net Weight (kg)	Kenaikan (%)
2012	258.825.006	
2013	292.009.993	13%
2014	283.271.105	-3%
2015	363.219.099	28%
2016	354.362.231	-2%
2017	360.638.009	2%
2018	639.543.991,1	77%

Rata-rata	364.552.776,3	19%
-----------	---------------	-----

(Sumber : Badan Pusat Statistik 2012-2018)

Tabel 1. 2 Data Impor LLDPE

Tahun	Impor Net Weight (kg)	Kenaikan (%)
2012	145.590.771	
2013	192.603.197	32%
2014	207.900.211	8%
2015	267.516.010	29%
2016	278.463.595	4%
2017	503.958.400	81%
2018	556.425.273	10%
Rata-rata	307.493.922,4	27%

(Sumber : Badan Pusat Statistik 2012-2018)

Dari tabel 1.1 dan 1.2 di atas dapat terlihat besarnya pertumbuhan kebutuhan HDPE dan LLDPE di Indonesia, dari tahun 2012 sampai tahun 2018 kebutuhan akan HDPE dan LLDPE di Indonesia meningkat rata-rata sebesar 19 % per tahun untuk HDPE dan 27% untuk LLDPE.

Tabel 1. 3 Data Ekspor LLDPE

Tahun	Ekspor Net Weight (kg)	Kenaikan (%)
2012	25.556.967	
2013	54.021.609	111%
2014	52.141.952	-3%
2015	26.075.046,1	-50%
2016	57.091.323,1	119%
2017	36.444.701,02	-36%

2018	30.030.444,44	-18%
	40.194.577,52	21%

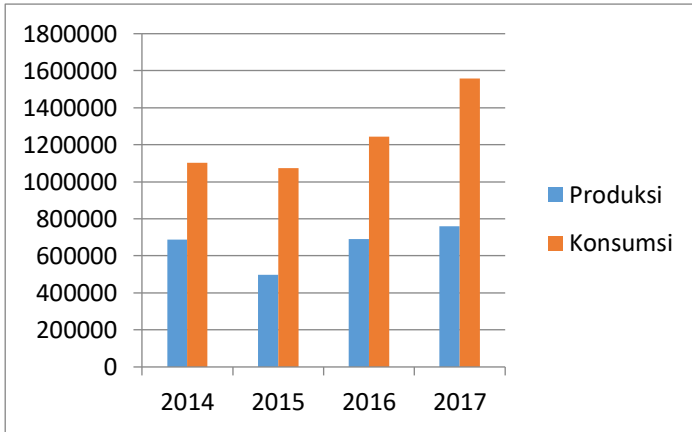
(Sumber : Badan Pusat Statistik 2012-2018)

Tabel 1. 4 Data Ekspor HDPE

Tahun	Ekspor Net Weight (kg)	Kenaikan (%)
2012	63.972.401	
2013	33.489.246	-48%
2014	23.549.716	-30%
2015	28.245.522	20%
2016	24.507.637	-13%
2017	30.950.115,8	26%
2018	38.842.337,06	25%
	34.793.853,55	-3%

(Sumber : Badan Pusat Statistik 2012-2018)

Dari tabel 1.3 dan 1.4 di atas dapat terlihat besarnya pertumbuhan kebutuhan HDPE dan LLDPE ke luar Indonesia, dari tahun 2012 sampai tahun 2018 kebutuhan akan HDPE dan LLDPE ke luar Indonesia meningkat rata-rata sebesar -3% per tahun untuk HDPE dan 21% untuk LLDPE.



Gambar 1. 1 Grafik Kenaikan Gap antara *Supply* dan *Demand Polyethylene* di Indonesia

Menurut data *supply & demand* dari tahun 2014 sampai 2017, gap antara *supply* dan *demand Polyethylene* di Indonesia mengalami kenaikan yang signifikan dari tahun 2016 ke 2017, seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.1 berikut. Hal tersebut menunjukkan bahwa industri *polyethylene* di Indonesia belum dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dan untuk memenuhi kebutuhannya masih dilakukan impor dari negara lain, sehingga untuk menekan angka impor *Polyethylene* dibutuhkan peningkatan produksi. Hal itulah yang melatarbelakangi kami untuk membuat pra-desain pabrik “***High Density Polyethylene dan Low Linear Density Polyethylene dari Ethylene***”.

BAB II

BASIS DESAIN DATA

II.1 Kapasitas Pabrik

Indonesia telah melakukan impor *polyethylene* rata-rata sebanyak 654.000 ton tiap tahunnya. Dimana 340.000 ton diantaranya adalah impor HDPE, dan 314.000 ton lainnya adalah LLDPE. Tabel berikut menunjukkan data *supply demand* LLDPE dan HDPE yang ada di Indonesia sampai tahun 2017, serta tabel pertumbuhan *supply demand* HDPE dan LLDPE yang ada di Indonesia:

Tabel II. 1 Data *Supply Demand* LLDPE di Indonesia

No	Tahun	Produksi (ton)	Konsumsi (ton)	Ekspor (ton)	Impor (ton)
1.	2014	353.042	508.800	52.141	207.900
2.	2015	255.225	496.665	26.075	267.516
3.	2016	355.291	576.663	57.091	278.463
4.	2017	395.000	862.514	36.444	503.958

(Sumber : Badan Pusat Statistik)

Tabel II. 2 Data *Supply Demand* HDPE di Indonesia

No	Tahun	Produksi (ton)	Konsumsi (ton)	Ekspor (ton)	Impor (ton)
1.	2014	334.767	594.488	23.549	283.271
2.	2015	242.103	576.987	28.245	363.219
3.	2016	336.900	666.754	24.507	354.362

4.	2017	365.000	694.688	30.950	360.638
----	------	---------	---------	--------	---------

(Sumber : Badan Pusat Statistik)

Tabel II. 3 Pertumbuhan Produksi, Konsumsi, Ekspor, dan Impor LLDPE di Indonesia

Tahun	Pertumbuhan Produksi	Pertumbuhan Konsumsi	Pertumbuhan Ekspor	Pertumbuhan Impor
2014-2015	-0,27707	-0,02385	-0,49992	0,28675
2015-2016	-0,39207	0,16107	1,18950	0,04092
2016-2017	0,11176	0,49570	-0,36164	0,80978
Rata-rata	0,07558	0,21097	0,10931	0,37915

Tabel II. 4 Pertumbuhan Produksi, Konsumsi, Ekspor, dan Impor HDPE di Indonesia

Tahun	Pertumbuhan Produksi	Pertumbuhan Konsumsi	Pertumbuhan Ekspor	Pertumbuhan Impor
2014-2015	-0,27707	-0,02944	0,19940	0,28223
2015-2016	-0,39207	0,15558	-0,13234	-0,02438

2016-2017	0,08341	0,04189	0,26287	0,01771
Rata-rata	0,06613	0,05601	0,10998	0,09185

Berdasarkan tabel di atas, dapat diprediksi kondisi *supply demand* LLDPE dan HDPE di Indonesia pada tahun 2020 dengan menggunakan persamaan *discounted* di bawah ini :

$$P_{2022} = P_{2017} \times (1+i)^n$$

Dimana : $n = 2022 - 2017 = 5$

P = Kapasitas Produksi

(Peters & Timmerhaus, 1991)

Untuk kapasitas konsumsi dan ekspor menggunakan persamaan yang sama dengan perhitungan di atas. Pada kondisi ini, impor LLDPE dan HDPE pada tahun 2020 sejumlah 0 dengan asumsi bahwa produksi dari pabrik LLDPE dan HDPE ini akan meminimalisir angka impor LLDPE dan HDPE yang ada di Indonesia. Hasil dari perhitungan estimasi *supply demand* pada tahun 2020 dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel II. 5 Estimasi *Supply Demand* LLDPE pada Tahun 2022 (dalam Ton/Tahun)

Tahun	Produksi	Konsumsi	Ekspor	Impor
2022	568.627	2.246.140	61.221	2.514.525

Tabel II. 6 Estimasi *Supply Demand* HDPE pada Tahun 2022 (dalam Ton/Tahun)

Tahun	Produksi	Konsumsi	Ekspor	Impor
2022	502.756	912.290	52.148	559.617

Dengan demikian, kapasitas produksi pada tahun 2022 dapat dihitung dengan persamaan di bawah ini :

Kapasitas Produksi Pabrik (LLDPE)

$$\begin{aligned} &= (\text{Ekspor} + \text{Konsumsi}) - (\text{Impor} + \text{Produksi}) \\ &= (61.221 + 2.246.140) - (1.508.715 + 568.627) \\ &= 230.019 \text{ Ton/Tahun} \\ &= \mathbf{230 \text{ KTPA}} \end{aligned}$$

Kapasitas Produksi Pabrik (HDPE)

$$\begin{aligned} &= (\text{Ekspor} + \text{Konsumsi}) - (\text{Impor} + \text{Produksi}) \\ &= (52.148 + 912.290) - (335.770 + 502.756) \\ &= 125.912 \text{ Ton/Tahun} \\ &= \mathbf{125.9 \text{ KTPA}} \end{aligned}$$

Kapasitas LLDPE dan HDPE yang diproduksi mempertimbangkan penekanan angka impor hingga 40% dari jumlah impor pada tahun 2020.

II.2 Penentuan Lokasi Pabrik

Letak geografis suatu pabrik mempunyai pengaruh besar terhadap kelangsungan atau keberhasilan pabrik tersebut. Karena penentuan lokasi pabrik yang akan didirikan sangat penting dalam perencanaannya. Lokasi pabrik yang tepat, ekonomis dan menguntungkan, harga produk yang semurah mungkin dengan keuntungan yang sebesar mungkin. Idealnya lokasi yang akan dipilih harus dapat memberikan keuntungan jangka panjang baik untuk perusahaan maupun warga sekitar, serta dapat memberikan kemungkinan untuk memperluas atau menambah kapasitas pabrik tersebut.

Pada pemilihan lokasi pendirian pabrik polietilena ini, faktor yang dijadikan pertimbangan ialah sebagai berikut:

- a. Bahan baku
 - Bahan baku yang tersedia
 - Jarak bahan baku ke lokasi pabrik
- b. Lokasi pasar
 - Potensi penyerapan pasar
 - Jarak lokasi pasar dengan lokasi pabrik

- c. Iklim dan geografis
 - Suhu lingkungan
 - Frekuensi gempa
- d. Utilitas
 - Ketersediaan pasokan listrik
 - Ketersediaan pasokan air
- e. Aksesibilitas dan fasilitas
 - Aksebilitas lokasi
 - Jarak pabrik dengan pelabuhan
 - Jarak pabrik dengan bandara

a. Bahan Baku

Bahan baku yang di gunakan dalam pra desain pabrik polietilena ini adalah etilen dalam fase gas yang dibeli langsung dari PT. Chandra Asri Petrochemical. Pemilihan fase etilen yang digunakan adalah fase gas karena dapat lebih mudah diproses untuk menjadi produk *Linear Low Density Polyethylene* (LLDPE) dan *High Density Polyethylene* (HDPE), dan sesuai dengan *licensor* proses yang digunakan. Pengadaan etilen dalam fase gas dilakukan dengan menyambungkan pipa langsung dari *Ethylene Plant* yang berada di PT. Chandra Asri Petrochemical. Pertimbangan lain adalah apabila etilen dibeli dalam fase *liquid* maka akan ada proses tambahan yaitu proses pengubahan fase etilen dari *liquid* menjadi gas. Apabila dilakukan pemilihan lokasi di Balongan, maka etilen yang digunakan adalah fase *liquid* yang dibeli di PT. Chandra Asri Petrochemical, dimana jarak antara penyedia bahan baku ke lokasi pabrik adalah 323,6 km.

b. Lokasi Pemasaran

Konsumen HDPE dan LLDPE dalam Indonesia memiliki distribusi sebagai berikut :

1. PT. Cahaya Plastindo Sejahtera, Sidoarjo
2. PT. Karya Anugerah Makmur, Surabaya
3. PT. Suryasukses Abadi Prima, Surabaya
4. Pacific Botol Plastik, Pekanbaru

5. CV Prakarsa Buana Sentosa, Semarang
6. PT Buanaika Syahputra, Cengkareng
7. CV Anugerah Sejati Multiplast, Surabaya
8. PT Indopipe, Gresik

c. Iklim dan Geografis

Berikut ini adalah kondisi wilayah berdasarkan data dari Badan Meteorologi dan Geofisika dari setiap provinsi pada tahun 2019. Kondisi wilayah ini dapat dijadikan basis dengan data pabrik polietilena akan direncanakan mulai beroperasi pada tahun 2020.

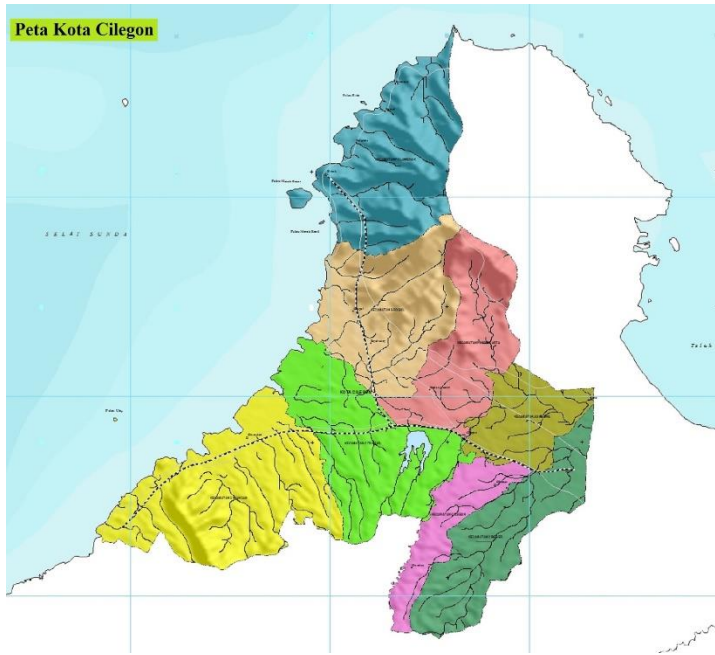
1. Cilegon

- Suhu lingkungan rata rata: 24-34°C
- Frekuensi gempa: Tidak ada data
- Kelembaban rata-rata: 55-90%
- Kecepatan angin rata-rata: 9-19 km/jam

2. Balongan

- Suhu lingkungan rata rata: 25-36 °C
- Frekuensi gempa: Tidak ada data
- Kelembaban rata-rata: 45-75%
- Kecepatan angin rata-rata: 4-9 km/jam

(Sumber: bmkgo.id pada tanggal 8 Nopember 2019)



Gambar II.1 Topografi Kota Cilegon



Gambar II. 2 Topografi Kabupaten Indramayu

d. Utilitas

Utilitas merupakan faktor yang berpengaruh dalam keberlangsungan suatu pabrik. Berikut ini adalah data kapasitas terpasang pembangkit tenaga listrik PLN dan kapasitas produksi air bersih efektif untuk wilayah Provinsi Banten dan Jawa Barat.

Kapasitas terpasang pembangkit listrik

Banten :

1. PLTU PT Krakatau Daya Listrik, 400 MW
2. PLTU Suralaya, 4x400 MW;3x600 MW
3. PLTU 1 Banten 1x625 MW
4. PLTU 2 Banten 2x300 MW
5. PLTU 3 Banten 3x315 MW

Jawa Barat :

1. PLTA Ubrug, 2x10,8 MW;1x6,3 MW
2. PLTA Bengkok 3x3,15 MW; 1x0,7 MW
3. PLTA Cikalong 3x6,4 MW
4. PLTA Saguling 4x175 MW
5. PLTA Cirata 8x126 MW

6. PLTA Jatiluhur 7x25 MW
7. PLTA Lamajan 3x6,4 MW
8. PLTA Parakan Kondang 4x2,48 MW
9. PLTA Plengan 5x6,27 MW
10. PLTP Gunung Salak 3x60 MW, 3x65,5 MW
11. PLTP Kamojang 350 MW
12. PLTP Wayang Windu 371 MW
13. PLTA Pembangkitan Brantas 1008 MW
14. PLTGU Pembangkit Muara Tawar 920 MW

(Sumber : PLN)

-Ketersediaan pasokan air

Jawa Barat :

2012 : 17 503 Liter per detik

2013 : 14 026 Liter per detik

2014 : 14 535 Liter per detik

2015 : 15 793 Liter per detik

2017 : 15 170 Liter per detik

Banten :

2012: 2 026 Liter per detik

2013: 8 452 Liter per detik

2014: 8 073 Liter per detik

2015: 8 464 Liter per detik

2017: 8 414 Liter per detik

(Sumber : BPS)

e. Aksesibilitas dan Fasilitas

Aksesibilitas dan fasilitas transportasi juga menjadi faktor dalam memilih lokasi pabrik. Penyediaan bahan baku maupun pemasaran tertentu akan membutuhkan kedua faktor ini agar pabrik dapat berjalan dengan baik. Aksesibilitas dan fasilitas transportasi ini melingkupi jalan, bandara, dan pelabuhan.

Total panjang jalan:

Banten : 564,89 km

Jawa Barat : 1.789,2 km

Jumlah bandara dan pelabuhan

Pelabuhan

Banten :

1. Pelabuhan Merak, Cilegon, Banten

Jawa Barat :

1. Pelabuhan Cirebon. Jawa Barat
2. Pelabuhan Pertiwi, Pamanukan, Subang, Jawa Barat
3. Pelabuhan Pramuka, Garut, Jawa Barat
4. Pelabuhan khusus Pertamina, Balongan, Jawa Barat

Bandara

Banten :

1. Bandar Udara Internasional Soekarno-Hatta, Embarkasi Haji

Jawa Barat :

1. Bandar Udara Internasional Husein Sastranegara
2. Bandar Udara BIJB Kertajati (Bandar Udara Internasional Jawa Barat)

Jarak pabrik dengan pelabuhan

Cilegon : 14.9 km

Balongan : 47 km (jika dari pelabuhan Cirebon), 6.6 km (jika dari pelabuhan khusus Pertamina)

Jarak pabrik dengan bandara

Cilegon : 102.6 km (Bandar Udara Internasional Soekarno-Hatta)

Balongan : 54.8 km (Bandar Udara Internasional Jawa Barat)

Dari berbagai faktor pertimbangan yang telah disebutkan, akhirnya dipilihlah Cilegon sebagai lokasi pembangunan pabrik. Dengan faktor pertimbangan terbesar pada ketersediaan bahan baku dalam fasa gas yang hanya tersedia di Cilegon.

II.3 Polyethylene dan Bahan Baku Pembuat Polyethylene

LLDPE dan HDPE merupakan bagian dari *polyethylene*, dimana sifat-sifat *polyethylene* secara umum adalah sebagai berikut:

- a) Termasuk dalam polimer termoplastik.
- b) Memiliki titik leleh 108-132 °C.
- c) Memiliki ketahanan yang baik terhadap bahan kimia dan tidak dapat larut pada temperature ruang karena memiliki krisitalinitas yang tinggi

- d) Dapat larut dalam *aromatic hydrocarbon* seperti toluene, xylene, atau *chlorinated solvents* seperti trikloroetan dan triklorobenzen

Berat molekul *polyethylene* dinyatakan dalam *Melt Index* (MI), karena untuk mengukur laju lelehnya lebih mudah daripada menentukan berat molekulnya. Semakin rendah berat molekulnya, maka *Melt Index* akan semakin tinggi, dan sebaliknya.

Tabel II. 7 Hubungan *Melt Index* dengan Berat Molekul *Polyethylene*

<i>Melt Index</i> (gram/10 menit)	Berat Molekul (gram/mol)	<i>Melt Index</i> (gram/10 menit)	Berat Molekul (gram/mol)
0,2	175.000	5	90.000
0,5	160.000	10	75.000
1,0	140.000	20	60.000

(Sumber: Dokumen PT Chandra Asri Petrochemical)

Produk *polyethylene* memiliki variasi grade yang luas dan memiliki beberapa karakteristik yang menguntungkan antara lain:



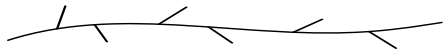
- Pada temperature kamar tahan terhadap air dan tidak bereaksi dengan larutan garam anorganik
- Mudah dibentuk atau diproses
- Kuat dan fleksibel pada temperature rendah
- Tidak berbau dan beracun
- Harga murah
- Tidak berwarna (bening) sehingga dapat digunakan untuk membuat lapisan tipis

Keterbatasan dari produk *polyethylene* adalah sebagai berikut:

- Produk dengan berat molekul rendah mempunyai ketahanan yang rendah terhadap tekanan lingkungan dan mudah pecah
- Penampilannya seperti lilin

- c) Titik leleh rendah sehingga produknya terbatas
- d) Pada temperature tinggi memiliki ketahanan yang rendah terhadap asam kuat seperti asam nitrit
- e) Dapat teroksidasi, namun memiliki ketahanan yang lebih tinggi terhadap oksidasi dibanding dengan jenis polimer yang lain
- f) Kurang kaku, daya tarik renda, dan permukaan mudah tergores

Tabel II. 8 Struktur HDPE, LDPE, dan LLDPE

Jenis	Struktur	Jenis Rantai Cabang
HDPE		rantai utama panjang rantai cabang pendek
LDPE		rantai utama pendek rantai cabang panjang
LLDPE		rantai utama pendek rantai cabang pendek

Tabel II. 9 Sifat Berbagai Jenis *Polyethylene*

<i>Property</i>	<i>Polyethylene</i>
-----------------	---------------------

	<i>Low Density (Branched)</i>	<i>Low Density (Linear)</i>	<i>High Density</i>
<i>Specific gravity (g/cm³)</i>	0,91 - 0,925	0,918 - 0,935	- 0,941 - 0,965
<i>Tensile strength (psi)</i>	600 - 2300	1900 - 4000	3100 - 5500
<i>Elongation (%)</i>	90 - 800	100 - 950	20 - 1000
<i>Tensile modulus (10⁵ psi)</i>	0,14 - 0,38	0,38 - 0,75	0,6 - 1,8
<i>Impact strength (ft-lb/in. of notch)</i>	> 16	1,0 - 9,0	0,5 - 2
<i>Heat-deflection temperature (°F, 264 psi)</i>	90 - 105	-	110 - 130
<i>Water absorption (one-eighth in.bar, 24 hr, %)</i>	< 0,015	-	< 0,01
<i>Burning rate</i>	<i>Very slow</i>	<i>Very slow</i>	<i>Very slow</i>
<i>Effect of sunlight</i>	<i>Requires protection</i>	<i>Requires protection</i>	<i>Requires protection</i>
<i>Effect of strong acids or bases</i>	<i>Resistant</i>	<i>Resistant</i>	<i>Resistant</i>
<i>Effect of organic solvents</i>	<i>Resistant (< 80 °C)</i>	<i>Resistant</i>	<i>Resistant (< 80 °C)</i>
<i>Clarity</i>	<i>Opaque</i>	<i>Opaque</i>	<i>Opaque</i>

II.4 Spesifikasi Bahan Baku

II.4.1. Bahan Baku Utama Pembuatan LLDPE dan HDPE

II.4.1.1. Ethylene

Ethylene merupakan bahan baku utama pembuatan Etilena termasuk ke dalam senyawa hidrokarbon tak jenuh golongan alkena (C_nH_{2n}).

Tabel II. 10 Komposisi Ethylene

No.	Komponen	Konsentrasi (%)
1.	C ₂ H ₄ (Ethylene)	97,9 – 99,9
2.	C ₂ H ₂ (Etuna)	0,012 - 0,017
3.	CO (Karbon Monoksida)	0,011 - 0,016
4.	CO ₂ (Karbon Dioksida)	0,010 - 0,012
5.	O ₂ (Oksigen)	0,015 - 0,018
6.	H ₂ O (air)	0,013 - 0,015
7.	S (Sulfur / belerang)	0,017 - 0,018

Sumber: Dokumen PT. Chandra Asri Petrochemical

Tabel II. 11 Sifat Fisik Ethylene

Sifat Fisik	Keterangan
Rumus molekul	C ₂ H ₄
Berat molekul	28,05 g/mol
Wujud	Gas tidak berwarna
Titik leleh	-169,2 °C (104,0 K, -272,6 °F)
Titik didih	-103,7 °C (169,5 K, -154,7 °F)
Temperature kritis	9,26001°C
Tekanan kritis	5040,8kPa
Volume kritis	0,12907m ³ /kmol
Densitas	0,610 g/cm ³
Viskositas gas	0,01027 cP

Konduktivitas panas	20,3 MW/m.K
Kapasitas panas	43,11 J/mol.K

Kirk-Othmer, 2006

Bahan baku utama dari LLDPE dan HDPE adalah gas ethylene 99,95% berat dengan 0,1% merupakan impuritas (maksimal 0,5 % berat). Di dalam Plant HDPE, gas ethylene ini berfungsi sebagai monomer (*main block building*), gas ethylene masuk ke reaktor setelah mengalami purifikasi.

II.4.2. Bahan Pembantu

II.4.2.1. Co-Monomer (Butene-1)

Dalam proses polimerisasi etilena menjadi polietilena, butene-1 digunakan sebagai komonomer yang berfungsi untuk mengontrol densitas dari produk polietilena. Butene-1 adalah rantai alifatik alfa olefin (alkena) yang diproduksi dari pemutusan rantai hidrokarbon. Hasil dari reaksi kemudian didistilasi untuk menghasilkan produk dengan kemurnian yang tinggi. Karakteristik butene-1 menurut R.H Perry, sebagai berikut:

Tabel II. 12 Sifat Fisik Butene-1

Sifat Fisik	Keterangan
Rumus molekul	$\text{CH}_2 = \text{CHCH}_2\text{CH}_3$
Berat molekul	56,108 g/gmol
Wujud	Gas, tidak berwarna
Massa jenis	4,142 kg/m ³ at 419,95 °K
Titik leleh	-185,3°C
Titik didih	-6,47°C
Temperatur kritis	146,85°C
Tekanan kritis	40,43 bar (146,6 °C)
Volume kritis	239,3 cm ³ /mol

Perry's Handbook 5th Ed

Tabel II. 13 Komposisi Butene-1

Komponen	Konsentrasi (%)
CH ₂ = CHCH ₂ CH ₃ (Butene-1)	97 – 99,9
H ₂ O (air)	0,011 - 0,014
CO (karbon monoksida)	0,011 - 0,012
CO ₂ (karbon dioksida)	0,013 - 0,016
O ₂ (oksigen)	0,016 - 0,018
Karbonil	0,012 - 0,013
CH ₃ OH (methanol)	0,014 - 0,016
S (sulfur/belerang)	0,012 - 0,017

Sifat kimia:

1. Larut dalam pelarut organik (13,748 g/m³)
 2. Tidak larut dalam air
 3. Menyebabkan disorientasi sel tubuh dan sakit kepala
 4. Senyawa butena-1 dapat terdekomposisi ketika dipanaskan hingga mengeluarkan asap yang berbau tajam.
- Bersifat mudah terbakar, dan mudah meledak jika dipanaskan.

II.4.2.2. Hidrogen

Hidrogen digunakan sebagai terminator akhir dari reaksi polimerisasi untuk memutuskan ikatan rantai karbon agar didapatkan berat molekul yang lebih besar. Melt index ditentukan oleh rasio hidrogen dan ethylene yang masuk ke dalam reaktor. Semakin tinggi melt index produk yang diinginkan, maka laju gas hydrogen juga harus diperbesar.

Tabel II. 14 Sifat Fisik Hydrogen

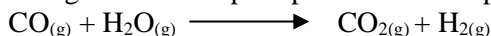
Sifat Fisik	Keterangan
Rumus molekul	H ₂
Berat molekul	2,016 g/mol
Wujud	Gas, tidak berwarna
Massa jenis	8,98x10 ⁻⁵ g/cm (0°C, 1 atm)
Titik leleh	-259,2°C
Titik didih	-252,76°C

Temperature kritis	-239,88°C	
Volume kritis	0,065001 m ³ /kmol	Perry's
Tekanan kritis	12,8atm/13,13 bar (abs)	
Kapasitas panas	29,124 J/gmol.K	

Handbook 5th Ed

Sifat kimia:

1. H₂ yang tidak berwarna, tidak berbau, hambar, bersifat sangat mudah terbakar dan dapat meledak jika dipanaskan.
2. Hidrogen adalah unsur yang sangat ringan dengan berat atom 1,00794.
3. Terdiri dari dua bentuk, yaitu orto H dan para H dari orientasi spin atom H, tetapi sifat keduanya sama.
4. Pereduksi logam oksida seperti pada besi untuk pengelasan.



II.4.2.3. Nitrogen

Nitrogen merupakan gas inert (tidak bereaksi), stabil dan asphyxiant. Pada pabrik LLDPE dan HDPE nitrogen terdiri dua bagian :

1. High Pressure Purified Nitrogen (HPPN) berfungsi untuk membantu mengatur tekanan didalam reactor dan pembawa katalis di catalyst feeder serta pembawa powder polimer.
2. Low Pressure Purified Nitrogen (LPPN) berfungsi untuk purging, *conveying* resin, dan regenerasi alat purifikasi.

Tabel II. 15 Sifat Fisik Nitrogen

Sifat Fisik	Keterangan
Rumus molekul	N ₂
Berat molekul	28,014 g/mol
Wujud	Gas, tidak berwarna
Densitas	11,217 kg/m ³
Tekanan kritis	33,495 atm

Volume kritis	89,2 cm ³ /mol
Titik leleh	-210°C
Titik didih	-195,8°C
Temperature kritis	-147°C
Kapasitas panas	29,124 J/gmol.K

Perry's Handbook 5th Ed

Tabel II. 16 Komposisi Nitrogen

Komponen	Konsentrasi (%)
N ₂ (Nitrogen)	98 – 99,9
Oksigen (O ₂)	0,03 - 0,05
Air (H ₂ O)	0,02 - 0,05

Ikatan kovalen yang kuat dalam molekul nitrogen menjadikannya sangat tidak reaktif pada kondisi normal. Untuk menjadikan nitrogen bersifat reaktif diperlukan tekanan dan suhu yang tinggi serta penggunaan katalis yang tepat.

II.4.2.4. Titanium Tetraklorida (Katalis)

Titanium Tetraklorida dengan rumus molekul (TiCl₄) digunakan sebagai katalis pada senyawa hidrokarbon tak jenuh seperti polimerisasi etilena. Katalis ini perlu dilakukan penambahan co-catalyst Tri Ethyl Alumina/TEAL [Al(C₂H₅)₃]. TEAL akan mempercepat (activator) polimerisasi ethylene menjadi polyethylene serta sebagai scavenger untuk moisture.

Tabel II. 17 Sifat Fisik Titanium Tetraklorida

Sifat Fisik	Keterangan
Rumus molekul	TiCl ₄

Berat molekul	189,679 g/gmol
Wujud	Cairan berwarna
Titik leleh	-24,1 °C
Titik didih	136,4 °C
Densitas pada 25 °C	1,726 g/cm ³

Perry's Handbook 5th Ed

II.4.2.5. Trietil Aluminium (TEAL)

Trietil aluminium atau TEAL merupakan senyawa organoaluminium yang digunakan sebagai kokatalis pada produksi industri polietilena. Kokatalis berfungsi untuk menghidupkan sisi aktif katalis, dan digunakan sebagai bahan pelindung partikel katalis dari impuritas yang berasal dari bahan baku yang dapat mengganggu jalannya proses polimerisasi dalam reaktor.

Katalis ini akan diimpor dari Pabrik TCI Shanghai Development Co. Ltd. Spesifikasi Titanium tetraklorida yang didapatkan dari Pabrik TCI Shanghai Development Co. Ltd ialah sebagai berikut:

Tabel II. 18 Sifat Fisik TEAL

Sifat Fisik	Keterangan
Rumus molekul	C ₆ H ₁₅ Al
Berat molekul	114,168 g/mol
Wujud	Cairan tidak berwarna

Titik leleh	-52,5°C
Titik didih	194 °C
Viskositas pada 25 °C	2,6 mPa.s
Densitas pada 25 °C	0,832 g/cm ³
Specific gravity	1,37
Kemurnian	100%
<i>Specific gravity</i>	0,835

Sumber : Dokumen PT. Chandra Asri Petrochemical

II.4.3. Target Produk

Bahan baku berupa Etilen dipolimerisasi menjadi *High Density Polyethylene* dan *Linear Low Density Polyethylene* sebagai produk utama.

Industri plastik memisahkan Polyethylene menjadi 2 tipe berdasarkan densitasnya, yaitu:

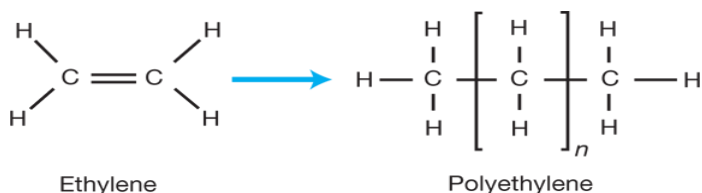
1. High Density Polyethylene (HDPE), memiliki densitas 0,94-0,97 gr/cm³. Digunakan untuk lembaran film, botol, drum, pipa, saluran, isolasi kawat, dan kabel.
2. Linier Low Density Polyethylene (LLDPE), memiliki densitas hampir sama dengan LDPE, yaitu 0,90-0,94, tapi struktur molekulnya hampir sama dengan struktur HDPE. Digunakan untuk lembaran film, pipa, isolator, kabel.

Tabel II. 19 Sifat Fisik *Polyethylene*

Sifat Fisik	Keterangan
Rumus molekul	(-CH ₂ - CH ₂ -) _n
Berat molekul	10.000 - 1.000.000 g/gmol
Wujud	Padat
Densitas	HDPE (0,941-0,965 g/cm ³) LDPE (0,910-0,925 g/cm ³) LLDPE (0,926-0,940 g/cm ³)
Titik leleh	109°C
Titik didih	183°C

Sifat Kimia:

- Tidak larut dalam pelarut apapun pada suhu kamar.
- Tahan terhadap asam/basa, tetapi dapat dirusak oleh asam nitrat pekat.
- Tidak tahan terhadap cahaya dan oksigen.
- Bila dipanasi secara kuat akan membentuk *Chunk* silang yang diikuti dengan pembelahan secara acak pada suhu yang lebih tinggi.
- Larutan dari suspensi *polyethylene* dengan tetraklorida pada suhu 60°C dapat direaksikan dengan Cl membentuk produk lunak dan kenyal.



(Sumber : Perry's Handbook 5th Ed)

Gambar II. 3 Reaksi Sederhana Pembentukan *Polyethylene*

II.4.4. Spesifikasi Produk

Tabel II. 20 Spesifikasi Produk HDPE

No	Parameter	Satuan	SNI	Target Produk
1	Densitas	g/cm ³	> 0,940	0,96
2	Melt Index (190 °C/2.16 kg)	g/10 min	> 0,02	0,143
3	Titik Lunak Vicat	°C	> 100	127
4	Suhu Kerapuhan	°C	< -70	<- 70
5	Titik Leleh	°C	125-137	180-220
6	Bentuk		Pellet atau Butiran	Pellet
7	Jenis Produk			Blow Molding
8	Aplikasi			Botol Plastik, Rotan Sintetis

Tabel II. 21 Spesifikasi Produk LLDPE

No	Parameter	Satuan	SNI	Target Produk
----	-----------	--------	-----	---------------

1	Densitas	g/cm ³	> 0,940	0,922
2	Melt Index (190 °C/2.16 kg)	g/10 min	> 0,02	2
3	Titik Lunak Vicat	°C	> 100	101
4	Suhu Kerapuhan	°C	< -70	< -70
5	Titik Leleh	°C	125-137	170-200
6	Bentuk		Pellet atau Butiran	Pellet
7	Jenis Produk			Injection
8	Aplikasi			Kantung Plastik, Trash Bag

(HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN)

BAB III

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

III.1 Jenis Proses Pembuatan Polyethylene

Polyethylene dapat dibuat dengan cara – cara sebagai berikut:

III.1.1 Reaktor Berfasa Gas

Reaktor fasa gas dalam konfigurasi vertikal atau horizontal dengan pengadukan mekanis telah digunakan secara ekstensif untuk produksi berbagai polimer lainnya dari poliolefin. Tidak sampai tahun 1960an sistem reaktor tersebut berhasil dikembangkan untuk polypropylene (PP) oleh perusahaan seperti BASF, Amoco, dan Chisso. Proses *fluidized bed* untuk produksi polyethylene dikembangkan pada akhir tahun 1960 oleh *Union Carbida* dan BP Chemical. Proses ini bersaing dengan proses *solution*, di mana biaya operasi proses ini lebih rendah. Pada tahun 1968, Union Carbide Corporation (UCC) adalah yang pertama mengkomersilkan gasphase fluidized bed untuk HDPE menggunakan katalis berbasis kromium seperti yang digunakan dalam sistem reaksi slurry. Pada tahun 1977, UCC telah memperluas teknologi untuk produksi LLDPE pada kepadatan polimer sebagai rendah 0,918 g / cm³. untuk plant baru dan mampu menghasilkan HDPE dan LLDPE sistem reaksi sama. Unit unit *fluidized bed* dibangun sebagai *dual purpose plant (swing plant)*. Dengan kemampuan produksi LLDPE dan HDPE. Range density yang dapat diproduksi dari 890-970 kg/m³. Reaktor yang digunakan berbentuk silindris pada fase reaksi kimia kecepatan gas masuk dapat berkurang sehingga partikel dapat turun kembali ke bed. Katalis Ziegler-Natta, yaitu senyawa organik logam transisi seperti TiCl₄ dan organil logam alkali (C₃H₅)₃Al. Gas etilene diumpankan ke dalam reaktor *fluidized bed*. Secara terpisah katalis dimasukkan ke dalam reaktor. Polimerisasi terjadi pada tekanan 15 atm dan suhu 80-110 °C tergantung *density* produk yang dibuat. Granular polietilene hasil reaksi ditampung dalam suatu discharge

system. Sedangkan etilena yang tidak bereaksi didaur ulang. polyethylene dicuci dengan gas nitrogen atau gas inert lain. Beberapa perusahaan yang mengembangkan proses ini: Union carbide, Amoco, Cities, Naphta Chime, BASF dan Imhjausen Chemi.

III.1.2 Proses *Slurry* (Suspension)

Pembentukan *polyethylene* tersuspensi dalam *diluen hidrokarbon* untuk pertama kali dipatenkan oleh *Ziegler*. Pada tekanan tertentu katalis *ziegler* dapat menghasilkan *yield* yang tinggi, dengan kondisi temperature di mana *polyethylene* tidak larut dalam diluent tersebut sedangkan proses *union carbide* ditemukan dalam laboratorium sebagai proses *solution* yang menggunakan katalis *Ziegler* dan katalis $TiCl_4$. Tetapi karena lisensinya hanya untuk penggunaan katalis, maka terdapat banyak perbedaan design proses. Pada dasarnya, proses *slurry* dibagi menjadi dua yaitu:

a. Slurry Loop Reactor

Proses ini digunakan untuk membuat HDPE. Saat ini, proses *slurry* untuk memproduksi HDPE menggunakan katalis aktivitas tinggi. Beberapa di antaranya serupa dengan desain proses *Phillips*, sebelumnya *Solvay* mengadakan usaha patungan dengan *BP International*, sehingga dilakukan pengembangan proses *slurry loop* HDPE. Namun, proses itu sekarang tidak aktif, karena perusahaan lain telah membeli lisensi proses *Phillips* yang sebelumnya berlisensi proses *National Distillers / USI* dan *Showa Denko*.

Manfaat utama *slurry loop reactor* meliputi suhu seragam, skala-up sampai kapasitas besar, penggunaan katalis yang besar, dan kemampuan untuk menjangkau luas produk HDPE. Karena *slurry loop* dioperasikan pada kecepatan yang relatif tinggi, hamper semua pengotor bisa dihilangkan. Kelemahan utama dari proses *slurry loop* adalah membuat produk HDPE dikarenakan masalah *fouling*. Selain itu *slurry loop reactor* termasuk *concentration gradients, unstable startup, fines, wax accumulation, and fouling*.

b. Slurry CSTR reactor

Produksi HDPE dengan reaktor tangki berpengaduk kontinyu bubuk (CSTR) lebih baik daripada slurry loop reactor dalam *exploiting* polimerisasi katalitik. Keuntungan utama dari slurry multiple-CSTR reactors adalah dapat menghasilkan produk HDPE dengan MWD yang luas dan sesuai. Biaya investasi mungkin tinggi tetapi tekanan proses rendah, juga termasuk dalam penggunaan beberapa reaktor seperti dengan *slurry loop procees*, penggunaan peralatan ekstensif (pemisahan dan daur ulang pengencer dan komonomer), karena diluent hexane memiliki titik didih yang lebih tinggi daripada isobutane, sehingga pemisahan polimer menjadi lebih sulit dan mahal daripada *slurry loop procees*.

III.2 Seleksi Proses Pembuatan Polyethylene

Tabel III.2.1 Perbandingan Proses Pembuatan Polyethylene

Faktor Teknis	Unipol Technology (Gas Phase)	Chevron Phillips Technology (Slurry Phase)	Showa Denko Technology (Slurry Phase)
Fase reaktan	Gas	<i>Slurry</i>	<i>Slurry</i>
Tekanan Operasi	300 Psig	600 Psig (40 kg/cm ²)	43,5 kg/cm ²
Temperatur Operasi oC	80-110	90-110	80-90
Jenis Reaktor	Fluidized bed	Loop reactor, autoclave reactor	Vertical Jackerted loop reactor

Waktu tinggal	3 – 5 jam	1,5 jam	30 menit
Jenis Katalis	Ziegler-Natta	Chrome Silica	Ziegler-Natta
Diluent	Butene - 1	Isobutene	Isobutene, hexane
Comonomer	1-hexane, 1-butene	1-hexene	1-hexene, 1-butene
Tipe Polyethylene	LLDPE, HDPE	HDPE	HDPE
Densitas Produk (g/cm ³)	LLDPE:0,926-0,940 HDPE : 0,941-0,965	>0,96	0,94-0,97

Dari berbagai jenis proses pembuatan *Polyethylene*, yang dipilih adalah proses berfasa gas karena proses berlangsung pada tekanan rendah, sehingga biaya utilitas yang dibutuhkan lebih rendah dibandingkan dengan proses yang menggunakan tekanan tinggi. Berdasarkan hasil Analytic Hierarchy Process (AHP) yang telah dilakukan, dipilih UNIPOL Technology karena UNIPOL Technology ini dapat digunakan untuk memproduksi 2 dua jenis *Polyethylene* yaitu *HDPE* dan *LLDPE*. Selain itu, hanya UNIPOL Technology yang prosesnya berlangsung pada fasase gas, sehingga pada produk akhir hanya perlu dilakukan deaktivasi katalis yang masih aktif pada produk, tanpa perlu ada proses pemisahan katalis dari produk yang dihasilkan. Sedangkan pada Chevron Phillips Technology dan Showa Denko Technology terdapat kekurangan karena hanya dapat memproses reaktan dalam fase *slurry* yang

dalam prosesnya harus memisahkan katalis dan sisa pelarut dari produk yang memakan biaya tinggi.

III.3 Uraian Proses

III.3.1. Konsep reaksi

Polyethylene Plant merupakan plant dengan produk utama polyethylene yaitu *Linear Low Density Polyethylene* (LLDPE), dan *High Density Polyethylene* (HDPE). Lisensi teknologi yang digunakan berasal dari Union Carbide Corp. Technology (USA) dengan proses polimerisasi adisi anion yang terjadi pada fase gas. Jenis reaktor yang digunakan adalah *fluidized bed reactor* dengan bahan baku monomer berupa *ethylene*, comonomer berupa butane-1, *catalyst*, *co-catalyst*, hidrogen, dan nitrogen.

Mekanisme reaksi polimerisasi yang terjadi dibagi menjadi tiga tahap, yaitu:

1. Tahap inisiasi (Pemicuan)

Tahap inisiasi merupakan tahap awal terjadinya reaksi polimerisasi. Pada tahap ini akan terbentuk *active center* (radikal bebas) untuk memicu terjadinya reaksi polimerisasi karena pengaruh suhu dan tekanan.

2. Tahap Propagasi (Perambatan)

Merupakan perpanjangan rantai polimer. Radikal bebas yang terbentuk pada tahap inisiasi sangat reaktif dan dapat dengan cepat bereaksi dengan molekul monomer (*ethylene*) membentuk rantai yang berkelanjutan, disertai pembentukan radikal bebas pada setiap tahapnya sehingga terbentuk rantai yang panjang.

3. Tahap Terminasi (pengakhiran)

Merupakan tahap penggabungan rantai polimer

Reaksi polimerisasi adisi anion ini akan berhenti jika seluruh monomer pereaksi habis terpakai. Polimerisasi dapat dipicu lagi dengan penambahan monomer. Proses pada LLDPE dan HDPE dapat berjalan secara kontinyu sehingga polimerisasi dapat terus dipicu. Proses produksi resin pada LLDPE dan HDPE plant terdiri

dari empat unit utama, yaitu unit purifikasi, unit reaksi, unit finishing, dan unit recovery.

Catalyst yang digunakan adalah Titanium (IV) klorida (TiCl_4). Lalu dilakukan penambahan co-catalyst Tri Ethyl Alumina (TEAL), $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$. TEAL akan mempercepat polimerisasi ethylene menjadi polyethylene serta sebagai scavenger untuk moisture. Di dalam hal ini, Titanium (IV) Klorida bertindak sebagai catalyst dan TEAL bertindak sebagai co-catalyst.

III.4 Langkah Proses

Adapun tahapan proses yang dilakukan dalam pembuatan polimer *Low Linier Density Polyethylene (LLDPE)* dan *High* di bagi menjadi 3 area :

1. Unit *Pretreatment*
2. Unit Reaksi
3. Unit *Finishing*

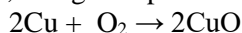
III.4.1 Unit Pretreatment Ethylene

Gas *ethylene* merupakan bahan baku utama dalam pembuatan LLDPE dan HDPE. Sebelum ethylene diumpankan ke dalam reaktor diperlukan adanya *pretreatment ethylene* yang bertujuan untuk mengurangi kadar O_2 dan H_2O dalam gas ethylene sampai $<0,1$ ppm. *Pretreatment ethylene* wajib dilakukan karena kadungan oksigen dan air dapat mengakibatkan deaktivasi katalis sehingga menyebabkan reaksi polimerisasi tidak dapat berjalan secara maksimal.

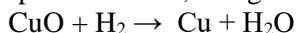
Ethylene yang masih mengandung pengotor disuplay dengan temperatur $\pm 33^\circ\text{C}$ dan tekanan 10 kg/cm^2 kemudian diumpankan ke *ethylene interchanger* (E-110A) sehingga suhu menjadi 80°C , ethylene masuk lagi kedalam *ethylene interchanger* (E-110B) sehingga suhu menjadi 85°C . Fluida dingin masuk melalui bagian *shell* dari *ethylene interchanger* (E-110A dan E-110B), sedangkan fluida panas masuk melalui bagian *tube*-nya secara *Counter-Current*.

Kemudian *ethylene* segar yang telah mencapai temperatur $\pm 85^{\circ}\text{C}$ dipanaskan di *Ethylene Preheater* (E-111) dengan menggunakan *saturated steam* bersuhu 138°C . *Ethylene* masuk ke bagian *tube*, sedangkan *steam* masuk ke bagian *shell*, sehingga *ethylene* yang keluar bertemperatur $\pm 105^{\circ}\text{C}$. Banyaknya *steam* yang digunakan pada *Ethylene Preheater* (E-111) tergantung besarnya efisiensi perpindahan panas yang terjadi pada *Ethylene interchanger* (E-110A dan E-110B). Proses selanjutnya, *ethylene* segar yang dialirkan ke *Ethylene Deoxo Vessel* (D-113) dari bagian atas dengan tekanan 10 kg/cm^2 untuk diserap kandungan O_2 -nya, dilakukan dengan sistem *Chemical adsorption*, dimana O_2 diikat oleh Cu melalui reaksi kimia yang hanya terjadi di bagian permukaan katalis saja. Apabila katalis Cu sudah jenuh maka dilakukan regenerasi proses dengan cara aliran *ethylene* dihentikan dengan valve dan menginjeksikan H_2 untuk mengambil kadar O_2 dalam katalis Cu dengan menggunakan *conveying N}_2*. N_2 sebagai *conveying* sebelumnya dipanaskan dengan *steam* sampai suhu mencapai 150°C agar Cu mampu mengambil kadar O_2 dalam katalis Cu dengan sempurna.

Di dalam *Ethylene Deoxo Vessel* (D-113) reaksi terjadi pada temperatur 100°C , mengikuti persamaan reaksi :



Regenerasi dilakukan menggunakan proses reduksi, berlangsung pada temperatur 150°C , mengikuti persamaan reaksi :



Aliran gas *ethylene* yang keluar dari *Ethylene Deoxo Vessel* (D-113) selanjutnya dilewatkan kembali ke *Ethylene interchanger* (E-110B) untuk melepaskan panas, sehingga temperaturnya menjadi $\pm 100^{\circ}\text{C}$ kemudian masuk kembali kedalam *Ethylene interchanger* (E-110A) dan suhu menjadi 58°C . Setelah itu didinginkan sampai temperatur $\pm 32^{\circ}\text{C}$ di *Ethylene Cooler* (E-112) dengan fluida dinginnya berupa air pendingin dengan temperatur $\pm 31^{\circ}\text{C}$ dan tekanan $4,5\text{ kg/cm}^2$. Selanjutnya *ethylene* masuk ke *Ethylene Dryer* (B-114) dengan tekanan $\pm 8\text{ kg/cm}^2$ dan temperatur 32°C untuk diserap kandungan H_2O menggunakan

molecular sieve. Jika *molecular sieve* telah jenuh maka diregenasi dengan cara “*purging*” menggunakan gas *nitrogen* pada temperatur 250 °C untuk menguapkan H₂O yang terkandung dalam *molecular sieve*. Selanjutnya *ethylene* yang telah melalui proses pemurnian siap dialirkan menuju reaktor.

III.4.2 Unit Reaksi

Proses reaksi yang terjadi, yaitu gas *ethylene* dan *hidrogen* dimasukkan ke dalam reaktor melalui pipa *Cycle Gas* yang terletak sebelum *Cycle Gas Compressor* (G-212) yang merupakan kompresor sentrifugal, sedangkan gas *nitrogen* bertekanan tinggi (HPPN) diumpan masuk ke *Fluidized Bed Reactor* (R-210), karena fasa *comonomer* cair berbeda dengan gas-gas reaktan, maka *comonomer* diumpankan ke dalam *Fluidized Bed Reactor* (R-210) melalui pipa *Cycle Gas* yang terletak setelah *Cycle Gas Compressor* (G-212). Campuran gas reaktan selanjutnya disebut *Cycle Gas* yang secara kontinu akan disirkulasi oleh *Cycle Gas Compressor* (G-212). *Cycle Gas* dan *comonomer* masuk melewati *Cycle Gas Cooler* (E-213) dengan tujuan untuk mengkondisikan *Cycle Gas* agar sesuai dengan kondisi umpan yang dibutuhkan di dalam *Fluidized Bed Reactor* (R-210) yaitu kondisi temperatur 49°C. Setelah suhu *Cycle Gas* mencapai 49°C kemudian masuk kedalam *Fluidized Bed Reactor* (R-210) melalui bagian bawah reaktor. Untuk pemakaian katalis digunakan *Co-catalyst* TEAL (*Try Ethyl Alumunium*) yang diumpankan melalui pipa *Cycle Gas* sebelum masuk ke *Fluidized Bed Reactor* (R-210). Setelah *Cycle Gas* dan *Co-catalyst* TEAL (*Try Ethyl Alumunium*) masuk dari bagian bawah *Fluidized Bed Reactor* (R-210) katalis diumpankan ke dalam reaktor melalui *Catalyst Feeder* (F-220) yang terletak disamping reaktor. Dengan menggunakan *nitrogen* bertekanan tinggi (HPPN) katalis dibawa ke reaktor melalui *catalyst injection tube*.

Aliran *Cycle Gas* dari bawah dan katalis dari samping *Fluidized Bed Reactor* (R-210) akan membentuk fluidisasi,

sehingga akan terjadi reaksi polimerisasi yang akan membentuk resin *polyethylene*.

Mekanisme reaksi pembentukan *polyethylene* dari *ethylene* adalah sebagai berikut:



Panas yang dihasilkan dari reaksi polimerisasi ditransfer ke dalam *Cycle Gas Cooler* (E-213) dengan bantuan air pendingin untuk menjaga kestabilan temperatur di reaktor juga ditambahkan *condensing agent* untuk membantu transfer panas di *cooler*.

Kondisi operasi di reaktor yaitu pada temperatur 80°C dan tekanan 15 kg/cm². Kecepatan *Superficial Cycle Gas* yang masuk ke dalam reaktor berkisar antara 0.68-0.72 m/s, kecepatan ini dianggap dapat memfluidisasi resin dengan sempurna untuk membantu mempercepat proses polimerisasi.

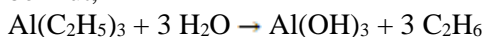
Resin *polyethylene* yang berupa *powder* dikeluarkan dari reaktor di transfer ke *Pruduct Purge Bin/PPB* (R-200) dengan temperatur 70 °C dan tekanan ±9 kg/cm².

III.4.3 Unit Finishing

Unit ini bertujuan untuk pengerjaan tahap akhir terhadap jenis produk yang akan dibuat, unit ini terdiri dari dua proses, yaitu :

1. Proses Degassing

Di dalam *PPB* terdapat sebuah *cone* dengan bentuk kerucut yang berfungsi untuk menghilangkan gas-gas yang tidak diinginkan seperti gas hidrogen, *comonomer*, dan senyawa hidrokarbon lainnya yang terikut ke dalam *PPB*. Hal ini dilakukan dengan menginjeksikan *steam* bersama nitrogen yang telah dipanaskan untuk mencegah *steam* terkondensasi. Gas-gas yang tidak terpakai dibuang melalui flare dibagian atas *PPB*. Campuran tersebut mengalir melalui bagian samping *PPB* menuju *cone*. Adapun reaksi hidrolisis *co-catalyst* yang terjadi adalah sebagai berikut,



2. Proses Pelleting

Resin *polyethylene* yang keluar dari *PPB* diumpankan ke dalam *mixer* (M-230) bersamaan dengan *liquid additive*. Panas untuk *mixer* disuplay dari *steam* yang dialirkan melalui *line* khusus yang melewati pelat, selama 12 jam, ditujukan untuk mengkondisikan temperatur diseluruh bagian *mixer* (M-230) sehingga memiliki temperatur yang seragam. Setelah operasi berjalan normal, suplay *steam* dihentikan karena operasi akan berlangsung secara adiabatik, suplay panas selanjutnya hanya dihasilkan dari perputaran motor pada *mixer* (M-230). Didalam *mixer* (M-230) ini resin *polyethylene* dan *additive* dilelehkan pada temperatur 110°C. Lelehan resin *polyethylene* yang keluar dari *mixer* (M-230) dipompa dengan menggunakan *Melt Pump* (L-232) menuju *Pellet Chamber* (F-234) melalui *Melt screen* (H-233) yang berfungsi untuk menyaring benda-benda asing yang mungkin terikut di dalam lelehan resin.

Pada *Pellet Chamber* (F-234) ini lelehan resin (*melt*) dilewatkan pada suatu *plate* yang berlubang sehingga *melt* yang keluar berbentuk seperti mie, setelah keluar, *melt* dipotong dengan menggunakan *Cutter Blade* dengan putaran yang dapat diatur, sehingga terbentuk *pellet* dengan ketebalan tertentu, tergantung pada kecepatan perputaran *Cutter Blade*. *Cutter Blade* tersebut berada di dalam air (*Under Water Pelletizer*) dengan temperatur 65-72°C. Kemudian *pellet* ditransfer ke *pellet rotary dryer* (B-240), untuk dikeringkan dengan udara luar yang telah dilakukan pemanasan oleh *Air Preheater* (B-251). *Pellet* yang sudah kering dan terbebas dari debu ini dialirkan menuju *pellet classifier* (H-250), pada *pellet classifier* dipisahkan antara *undersize* dan *onsize*, *pellet off spec* dijual sebagai scrap, sedangkan *pellet* yang onspec dialirkan menuju *silo*.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1. Neraca Massa

Perhitungan neraca massa merupakan prinsip dasar dalam perancangan desain sebuah pabrik. Dengan mengetahui neraca massa, dapat ditentukan kapasitas produksi, kebutuhan bahan baku, kebutuhan unit utilitas, dan kebutuhan lain yang berkaitan dalam perhitungan. Perhitungan neraca massa menggunakan neraca massa komponen dan neraca massa *overall*. Dalam perhitungan ini berlaku teori hukum kekekalan massa dengan asumsi aliran *steady state*. Rumus yang digunakan dalam perhitungan neraca massa adalah sebagai berikut:

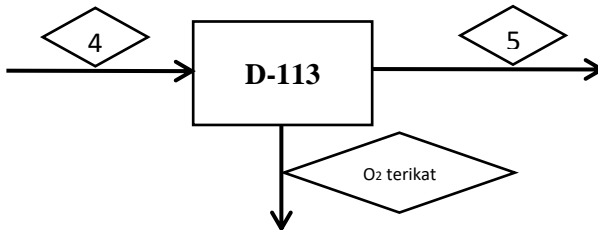
$$\left[\begin{array}{l} \text{aliran massa} \\ \text{masuk dalam sistem} \end{array} \right] - \left[\begin{array}{l} \text{aliran massa} \\ \text{keluar sistem} \end{array} \right] \\ = \left[\begin{array}{l} \text{akumulasi massa dalam sistem} \end{array} \right]$$

Karena asumsi aliran *steady state*, maka akumulasi dalam sistem adalah nol. Dalam perhitungan neraca massa ini, satuan yang digunakan adalah kg material. Neraca massa proses pembuatan LLDPE dan HDPE dari *Ethylene* dapat dihitung sebagai berikut:

Basis Perhitungan	=	1 jam operasi
Satuan perhitungan	=	Kg
Kapasitas Produksi	=	335932 ton/tahun
	=	44940.783 kg/jam
Bahan baku	=	397892.34 ton/tahun
	=	45421.5 kg/jam
Waktu Operasi	=	1 tahun = 330 hari

		1 hari = 24 jam
Asumsi	=	Sistem <i>steady state</i>

IV.I.1 Deoxo Vessel (D-113)



Gambar IV.1 Gambar *Deoxo Vessel (D-113)*

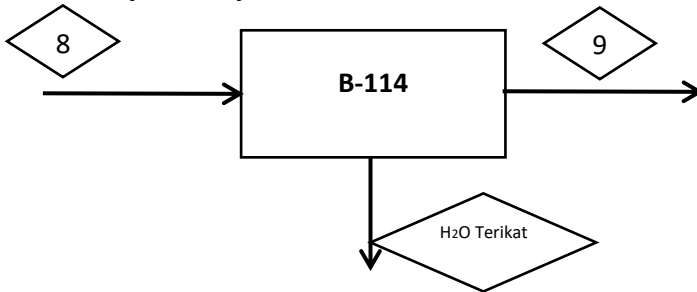
Fungsi : Mengurangi kadar O₂ pada komposisi Ethylene dari 1ppm menjadi 0.1 ppm

Tabel IV.1 Neraca Massa Sistem Deoxo Vessel (D-113)

KOMPONEN	Masuk (kg)		Keluar			
	Aliran <4>		Aliran <5>		Komponen terikat	
	kg	kgmol	kg	kgmol	kg	kgmol
C ₂ H ₄	45402.8	1618.64	45402.8	1618.64	-	-
CH ₄	6.36411	0.39676	6.36411	0.39676	-	-
C ₂ H ₆	12.17420	0.40486	12.17420	0.40486	-	-
O ₂	0.10364	0.00324	0.00454	0.00014	0.0991	0.0031

H ₂ O	0.08753	0.00486	0.087 53	0.0048 6	-	-
Total	45421.5	1619.44	4542	1619.4	0.09	0.00
	3948	8227	1.44	4513	91	31
	45421.53948		45421.53948			

IV.I.2 Ethylene Dryer (B-114)



Gambar IV.2 Gambar *Ethylene Dryer* (B-114)

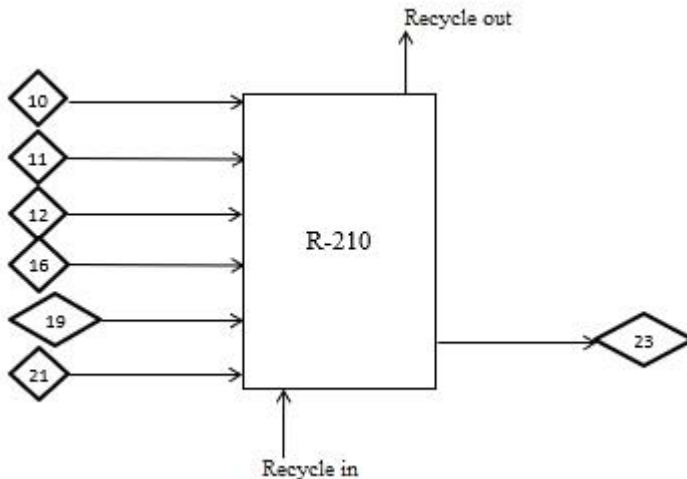
Fungsi : Mengurangi kadar H₂O dalam komposisi Ethylene dari 1 ppm menjadi 0.1 ppm

Tabel IV.2 Neraca Massa Sistem *Ethylene Dryer* (B-114)

Komponen	Masuk		Keluar			
	Aliran <8>		Aliran <9>		Komponen terikat	
	kg	kgmol	kg	kgmol	kg	kgmol
C ₂ H ₄	45402.8	1618.6 385	4540 2.8	1618.63 85	-	-
CH ₄	6.3641	0.3967 6	6.364 1	0.39676	-	-
C ₂ H ₆	12.1742	0.4048 6	12.17 42	0.40486	-	-
O ₂	0.0045	0.0001 4	0.004 5	0.00014	-	-

H ₂ O	0.0875	0.0048 6	0.004 5	0.00025	0.08 299	0.00 46
Total	45421.4	1619.4	4542	1619.44	0.08	0.00
	4038	4513	1.36	0524	299	461
	45421.44038		45421.44038			

IV.I.3 Reaktor *Fluidized Bed* (R-210)



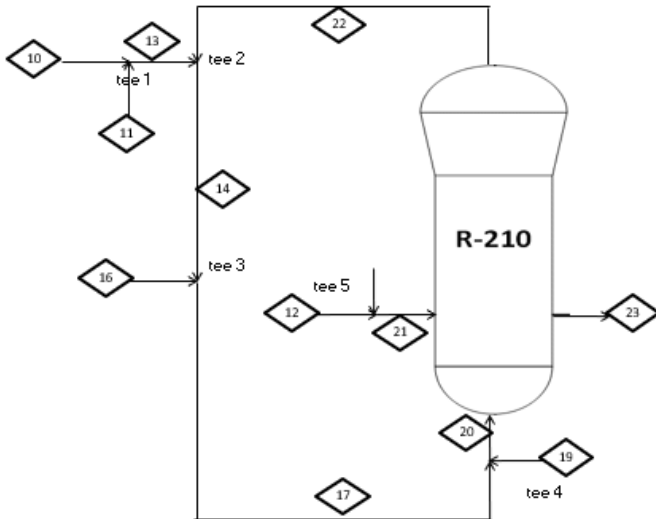
Gambar IV.3 Gambar Reaktor *Fluidized Bed* (R-210)

Fungsi : Tempat terjadinya reaksi polimerisasi ethylene resin polyethylene

Tabel IV.3 Neraca Massa Sistem Reaktor *Fluidized Bed* (R-210)

Komponen	Masuk		Komponen	Keluar	
	kg	kgmol		kg	kgmol
Aliran <21>			Aliran <22>		
N ₂	192.558 0	6.8722	C ₂ H ₄	1,416,2 02	50,488 .5
TiCl ₄	5.7834	0.0305	C ₄ H ₈	438.03	7.8081

Aliran <20> Feed Reactor			N ₂	146.016 7	5.2112
C ₂ H ₄	1445825 .9	51544. 60	Aliran <23>		
CH ₄	4.1524	0.2589	C ₂ H ₄	708.46	25.26
C ₂ H ₆	7.9434	0.2642	CH ₄	4.1524	0.2589
O ₂	0.0030	0.0001	C ₂ H ₆	7.9434	0.2642
H ₂ O	0.0030	0.0002	O ₂	0.0030	0.0001
H ₂	0.5715	0.2835	H ₂ O	0.0030	0.0002
C ₄ H ₈	455.926 2	8.1270	N ₂	192.558 0	6.8722
N ₂	146.016 7	5.2112	C ₄ H ₈	17.2082	0.3067
TEAL	87.0317	0.7623	TiCl ₄	5.7834	0.0305
			TEAL	87.0317	0.7623
			Resin PE	28917.1 0	0.2835
TOTAL	1446725.9166		TOTAL	1446725.9166	



Gambar IV.4 Gambar Tee Reaktor *Fluidized Bed* (R-210)

IV.I.3.1 Tee 1

Tabel IV.4 Neraca Massa Sistem Tee 1

Komponen	Masuk		Komponen	Keluar	
	kg	kgmol		kg	kgmol
Aliran <10>			Aliran <13>		
C ₂ H ₄	29624.30	1056.12	C ₂ H ₄	29624.30	1056.12
CH ₄	4.1524	0.2589	CH ₄	4.1524	0.2589
C ₂ H ₆	7.9434	0.2642	C ₂ H ₆	7.9434	0.2642
O ₂	0.0030	0.0001	O ₂	0.0030	0.0001
H ₂ O	0.0030	0.0002	H ₂ O	0.0030	0.0002
Aliran <11>			H ₂	0.5715	0.2835
H ₂	0.57154	0.28350			

TOTAL	29636.9767	TOTAL	29636.9767
--------------	-------------------	--------------	-------------------

IV.I.3.2 Tee 2

Tabel IV.5 Neraca Massa Sistem Tee 2

Komponen	Masuk		Komponen	Keluar	
	kg	kgmol		kg	kgmol
Aliran <13>			Aliran <14>		
C ₂ H ₄	29624.30	1056.12	C ₂ H ₄	1445825.927	51544.60
CH ₄	4.1524	0.2589	CH ₄	4.1524	0.2589
C ₂ H ₆	7.9434	0.2642	C ₂ H ₆	7.9434	0.2642
O ₂	0.0030	0.0001	O ₂	0.0030	0.0001
H ₂ O	0.0030	0.0002	H ₂ O	0.0030	0.0002
H ₂	0.5715	0.2835	H ₂	0.5715	0.2835
Aliran <22>			C ₄ H ₈	438.0342	7.8081
C ₂ H ₄	1,416,202	50,488.5	N ₂	146.0167	5.2112
C ₄ H ₈	438	7.8081			
N ₂	146.0167	5.2112			
TOTAL	1,446,422.65		TOTAL	1,446,422.65	

IV.I.3.3 Tee 3

Tabel IV.6 Neraca Massa Sistem Tee 3

Komponen	Masuk		Komponen	Keluar	
	kg	kgmol		kg	kgmol
Aliran <15>			Aliran <17>		
C ₂ H ₄	1445825.9	51544.60	C ₂ H ₄	1445825.9	51544.60

CH ₄	4.1524	0.2589	CH ₄	4.1524	0.2589
C ₂ H ₆	7.9434	0.2642	C ₂ H ₆	7.9434	0.2642
O ₂	0.0030	0.0001	O ₂	0.0030	0.0001
H ₂ O	0.0030	0.0002	H ₂ O	0.0030	0.0002
H ₂	0.5715	0.2835	H ₂	0.5715	0.2835
C ₄ H ₈	438.034 2	7.8081	C ₄ H ₈	455.926 2	8.1270
N ₂	146.016 7	5.2112	N ₂	146.016 7	5.2112
Aliran <16>					
C ₄ H ₈	17.8920 5	0.3189 3			
TOTAL	1446440.5435		TOTAL	1446440.5435	

IV.I.3.4 Tee 4

Tabel IV.7 Neraca Massa Sistem Tee 4

Komponen	Masuk		Komponen	Keluar	
	kg	kgmol		kg	kgmol
Aliran <18>			Aliran <20> Feed Reactor		
C ₂ H ₄	1445825 .9	51544. 60	C ₂ H ₄	144582 5.9	51544. 60
CH ₄	4.1524	0.2589	CH ₄	4.1524	0.2589
C ₂ H ₆	7.9434	0.2642	C ₂ H ₆	7.9434	0.2642
O ₂	0.0030	0.0001	O ₂	0.0030	0.0001
H ₂ O	0.0030	0.0002	H ₂ O	0.0030	0.0002
H ₂	0.5715	0.2835	H ₂	0.5715	0.2835
C ₄ H ₈	455.926 2	8.1270	C ₄ H ₈	455.926 2	8.1270

N ₂	146.016 7	5.2112	N ₂	146.016 7	5.2112
Aliran <19>			TEAL	87.0317	0.7623
TEAL	87.0316 9	0.7623 1			
TOTAL	1446527.5752		TOTAL	1446527.5752	

IV.I.3.5 Tee 5

Tabel IV.8 Neraca Massa Sistem Tee 5

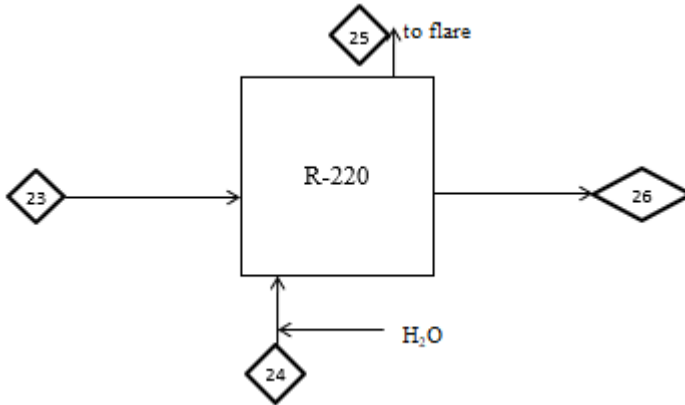
Komponen	Masuk		Komponen	Keluar	
	kg	kgmol		kg	kgmol
Aliran <12>			Aliran <21>		
N ₂	192.56	6.87	N ₂	192.56	6.87
Aliran TiCl₄			TiCl ₄	5.7834	0.0305
TiCl ₄	5.7834	0.0305			
TOTAL	198.3414		TOTAL	198.3414	

Tabel IV.9 Neraca Massa Sistem Reaktor *Fluidized Bed* (R-210)
Total

Komponen	Masuk		Komponen	Keluar	
	kg	kgmol		kg	kgmol
Aliran <10>			Aliran <23>		
C ₂ H ₄	29624. 30	1056.1 249	C ₂ H ₄	708.46	25.26
CH ₄	4.1524	0.2589	CH ₄	4.1524	0.2589
C ₂ H ₆	7.9434	0.2642	C ₂ H ₆	7.9434	0.2642
O ₂	0.0030	0.0001	O ₂	0.0030	0.0001
H ₂ O	0.0030	0.0002	H ₂ O	0.0030	0.0002

Aliran <11>			N ₂	192.56	6.8722
H ₂	0.5715 4	0.2835	C ₄ H ₈	17.20816	0.30674
Aliran <12>			TiCl ₄	5.7834	0.0305
N ₂	192.56	6.8722	TEAL	87.0317	0.7623
Aliran <16>			Resin PE	28917.10 376	0.283501 017
C ₄ H ₈	17.892 05	0.3189	Recycle out		
Aliran TiCl₄			C ₂ H ₄	1,416,20 2	50,488.5
TiCl ₄	5.7834	0.0305	C ₄ H ₈	438.034	7.8081
Aliran <19>			N ₂	146.0167	5.2112
TEAL	87.031 7	0.7623			
Recycle in					
C ₂ H ₄	1,416, 202	50,488. 5			
C ₄ H ₈	438.03 42	7.8081			
N ₂	146.01 67	5.2112			
TOTAL	1446725.91659		1446725.91659		

IV.I.4 Product Purge Bin (R-220)



Gambar IV.5 Gambar *Product Purge Bin (R-220)*

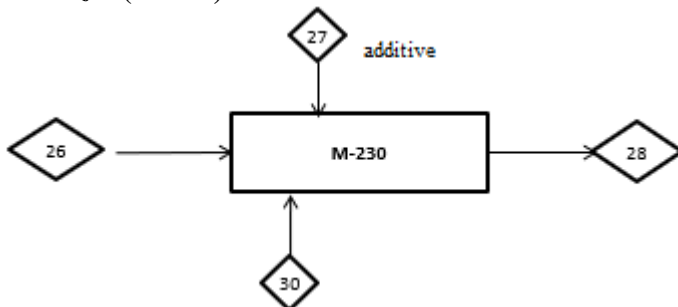
Fungsi : Memisahkan resin polyethylene dari gas yang terikut dan tempat deaktivitas katalis

Tabel IV.10 Neraca Massa Sistem Product Purge Bin (R-220)

Komponen	Masuk		Komponen	Keluar	
	kg	kgmol		kg	kgmol
Aliran <23>			Aliran <26>		
C ₂ H ₄	708.46	25.26	Resin PE	28917.10	0.28
CH ₄	4.1524	0.2589	Al(OH) ₃	59.4741	0.7623
C ₂ H ₆	7.9434	0.2642	TiO _{2 (s)}	2.4353	0.0305
O ₂	0.0030	0.0001	Total	28979.0132	
H ₂ O	0.0030	0.0002	Aliran <25> to flare		
N ₂	192.5580	6.8722	C ₂ H ₄	708.4550	25.2569

C ₄ H ₈	17.2082	0.3067	CH ₄	4.1524	0.2589
TiCl ₄	5.7834	0.0305	C ₂ H ₆	76.7116	2.5511
TEAL	87.0317	0.7623	O ₂	0.0030	0.0001
Resin PE	28917.10	0.28	H ₂ O	0.0030	0.0002
Total	29940.24		N ₂	810.9814	28.9429
Aliran <24>			C ₄ H ₈	17.2082	0.3067
N ₂	618.4234	22.0708	HCl	4.4482	0.1220
Steam			Total	1621.9628	
H ₂ O	42.3002	2.3479			
TOTAL	30600.965		TOTAL	30600.976	

IV.I.5 Pelletizer (M-230)



Gambar IV.6 Gambar Pelletizer (M-230)

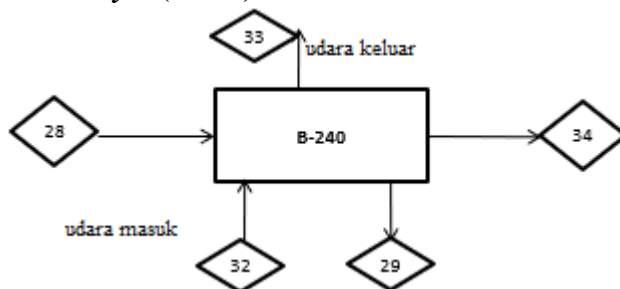
Fungsi : Tempat *pelleting* resin polyethylene dan penambahan additive

Tabel IV.11 Neraca Massa Sistem Pelletizer (M-230)

	Masuk		Keluar
--	-------	--	--------

Komponen	kg	kgmol	Komponen	kg	kgmol
Aliran <26>			Aliran <28>		
Resin PE	28917.10	0.28	Resin PE	28917.10	0.28
Al(OH) ₃	59.47	0.76	Al(OH) ₃	59.4741	0.7623
TiO ₂ (s)	2.44	0.03	TiO ₂	2.4353	0.0305
Total	28979.0132		H ₂ O	28979	1608.515
Aliran <30>			Calcium stearate	34.7945	0.0573
H ₂ O	28979	1608.515385	Irganox	14.4977	0.0228
Aliran <27> Additive			Luperox	14.4977	0.0746
Calcium stearate	34.7945	0.057319193			
Irganox	14.4977	0.022760763			
Luperox	14.4977	0.074641897			
Total	63.7899				
TOTAL	58021.8162				

IV.I.6 Pellet Dryer (B-240)



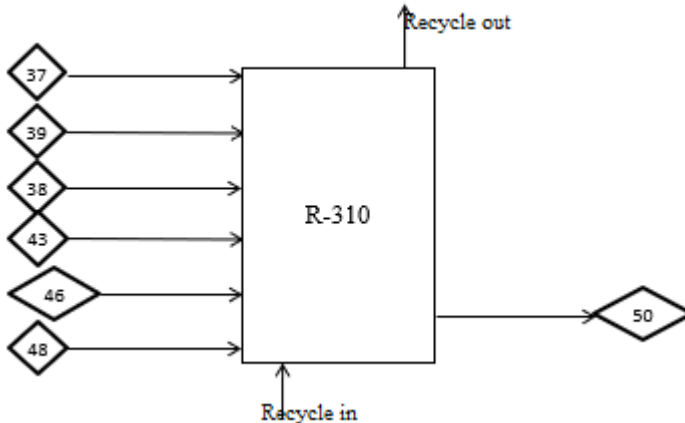
Gambar IV.7 Gambar Pellet Dryer (B-240)

Fungsi : Untuk menyaring air dan mengeringkan pellet LLDPE

Tabel IV.12 Neraca Massa Sistem Pellet Dryer (B-240)

Komponen	Masuk		Komponen	Keluar	
	kg	kgmol		kg	kgmol
Aliran <28>			Aliran <34>		
LLDPE	29042.80	0.28	LLDPE	29042.80	0.28
H ₂ O	28979	1608.5154	Aliran <29>		
Aliran <32>			H ₂ O	28689	516854
Udara	23700.55	817.2604	Aliran <33>		
Uap air	118.5028	6.5776	Udara	23700.55	817.2604
			Uap air	408.931	22.6982
TOTAL	81840.8701		TOTAL	81840.8701	

IV.I.7 Reaktor *Fluidized Bed* (R-310)



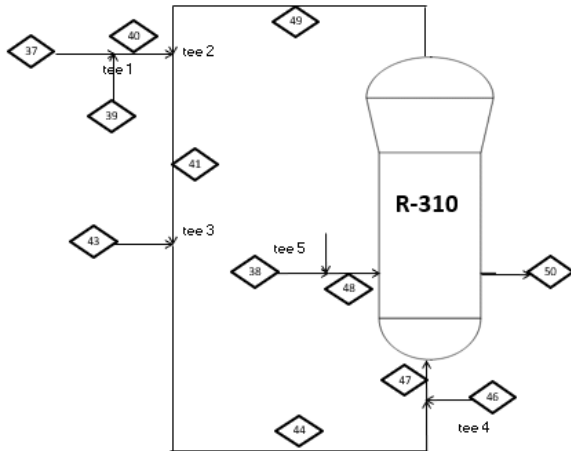
Gambar IV.8 Gambar Reaktor *Fluidized Bed* (R-310)

Fungsi: Tempat terjadinya reaksi polimerisasi ethylene menjadi resin polyethylene

Tabel IV.13 Neraca Massa Sistem Reaktor Fluidized Bed (R-310)

Komponen	Masuk		Komponen	Keluar	
	kg	kgmol		kg	kgmol
Aliran <48>			Aliran <49>		
N ₂	81.2451	2.8995	C ₂ H ₄	597,525	21,3021
TiCl ₄	2.4401	0.0129	C ₄ H ₈	91.97	1.6394
Aliran <47> Feed Reactor			N ₂	61.6082	2.1987
C ₂ H ₄	610023.8	21747.73	Aliran <50>		
CH ₄	1.7520	0.1092	C ₂ H ₄	298.91	10.66
C ₂ H ₆	3.3515	0.1115	CH ₄	1.7520	0.1092

O ₂	0.0013	0.0000	C ₂ H ₆	3.3515	0.1115
H ₂ O	0.0013	0.0001	O ₂	0.0013	0.0000
H ₂	0.1720	0.0853	H ₂ O	0.0013	0.0001
C ₄ H ₈	95.728 2	1.7064	N ₂	81.245 1	2.8995
N ₂	61.608 2	2.1987	C ₄ H ₈	3.6131	0.0644
TEAL	36.720 2	0.3216	TiCl ₄	2.4401	0.0129
			TEAL	36.720 2	0.3216
			Resin PE	12200. 65	0.0853
TOTAL	610306.7942		TOTAL	610306.7942	



Gambar IV.9 Gambar Tee Reaktor *Fluidized Bed* (R-310)

IV.I.7.1 Tee 1

Tabel IV.14 Neraca Massa Sistem Tee 1

Komponen	Masuk		Komponen	Keluar	
	kg	kgmol		kg	kgmol
Aliran <37>			Aliran <40>		
C ₂ H ₄	12499.25	445.61	C ₂ H ₄	12499.25	445.61
CH ₄	1.7520	0.1092	CH ₄	1.7520	0.1092
C ₂ H ₆	3.3515	0.1115	C ₂ H ₆	3.3515	0.1115
O ₂	0.0013	0.0000	O ₂	0.0013	0.0000
H ₂ O	0.0013	0.0001	H ₂ O	0.0013	0.0001
Aliran <39>			H ₂	0.1720	0.0853

H ₂	0.17200	0.0853 2		
TOTAL	12504.5245		TOTAL	12504.5245

IV.I.7.2 Tee 2

Tabel IV.15 Neraca Massa Sistem Tee 2

Komponen	Masuk		Komponen	Keluar	
	kg	kgmol		kg	kgmol
Aliran <40>			Aliran <41>		
C ₂ H ₄	12499.25	445.61	C ₂ H ₄	610023.7743	21747.73
CH ₄	1.7520	0.1092	CH ₄	1.7520	0.1092
C ₂ H ₆	3.3515	0.1115	C ₂ H ₆	3.3515	0.1115
O ₂	0.0013	0.0000	O ₂	0.0013	0.0000
H ₂ O	0.0013	0.0001	H ₂ O	0.0013	0.0001
H ₂	0.1720	0.0853	H ₂	0.1720	0.0853
Aliran <49>			C ₄ H ₈	91.9715	1.6394
C ₂ H ₄	597.525	21.3021	N ₂	61.6082	2.1987
C ₄ H ₈	92	1.6394			
N ₂	61.6082	2.1987			
TOTAL	610,182.63		TOTAL	610,182.63	

IV.I.7.3 Tee 3

Tabel IV.16 Neraca Massa Sistem Tee 3

Komponen	Masuk		Komponen	Keluar	
	kg	kgmol		kg	kgmol
Aliran <42>			Aliran <44>		

C ₂ H ₄	610023 .8	21747. 73	C ₂ H ₄	610023 .8	21747. 73
CH ₄	1.7520	0.1092	CH ₄	1.7520	0.1092
C ₂ H ₆	3.3515	0.1115	C ₂ H ₆	3.3515	0.1115
O ₂	0.0013	0.0000	O ₂	0.0013	0.0000
H ₂ O	0.0013	0.0001	H ₂ O	0.0013	0.0001
H ₂	0.1720	0.0853	H ₂	0.1720	0.0853
C ₄ H ₈	91.971 5	1.6394	C ₄ H ₈	95.728 2	1.7064
N ₂	61.608 2	2.1987	N ₂	61.608 2	2.1987
Aliran <43>					
C ₄ H ₈	3.7566 9	0.0669 6			
TOTAL	610186.3887		TOTAL	610186.3887	

IV.I.7.4 Tee 4

Tabel IV.17 Neraca Massa Sistem Tee 4

Komponen	Masuk		Komponen	Keluar	
	kg	kgmol		kg	kgmol
Aliran <45>			Aliran <47> Feed Reactor		
C ₂ H ₄	610023. 8	21747.7 3	C ₂ H ₄	610023 .8	21747. 73
CH ₄	1.7520	0.1092	CH ₄	1.7520	0.1092
C ₂ H ₆	3.3515	0.1115	C ₂ H ₆	3.3515	0.1115
O ₂	0.0013	0.0000	O ₂	0.0013	0.0000
H ₂ O	0.0013	0.0001	H ₂ O	0.0013	0.0001
H ₂	0.1720	0.0853	H ₂	0.1720	0.0853

C ₄ H ₈	95.7282	1.7064	C ₄ H ₈	95.728 2	1.7064
N ₂	61.6082	2.1987	N ₂	61.608 2	2.1987
Aliran <46>			TEAL	36.720 2	0.3216
TEAL	36.7202 5	0.32163			
TOTAL	610223.1089		TOTAL	610223.1089	

IV.I.7.5 Tee 5

Tabel IV.18 Neraca Massa Sistem Tee 5

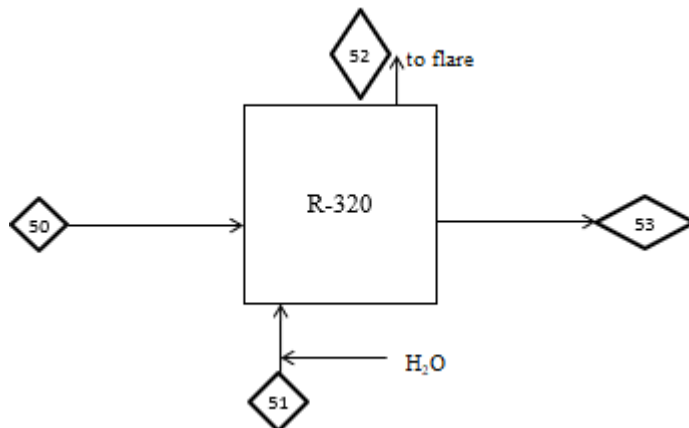
Komponen	Masuk		Komponen	Keluar	
	kg	kgmol		kg	kgmol
Aliran <38>			Aliran <48>		
N ₂	81.25	2.90	N ₂	81.25	2.90
Aliran TiCl₄			TiCl ₄	2.4401	0.0129
TiCl ₄	2.4401	0.0129			
TOTAL	83.6852		TOTAL	83.6852	

Tabel IV.19 Neraca Massa Sistem Reaktor Fluidized Bed (R-310) Total

Komponen	Masuk		Komponen	Keluar	
	kg	kgmol		kg	kgmol
Aliran <37>			Aliran <50>		
C ₂ H ₄	12499. 25	445.60 59	C ₂ H ₄	298.91	10.66
CH ₄	1.7520	0.1092	CH ₄	1.7520	0.1092
C ₂ H ₆	3.3515	0.1115	C ₂ H ₆	3.3515	0.1115

O ₂	0.0013	0.0000	O ₂	0.0013	0.0000
H ₂ O	0.0013	0.0001	H ₂ O	0.0013	0.0001
Aliran <39>			N ₂	81.25	2.8995
H ₂	0.1720 0	0.0853	C ₄ H ₈	3.61310	0.06440
Aliran <38>			TiCl ₄	2.4401	0.0129
N ₂	81.25	2.8995	TEAL	36.7202	0.3216
Aliran <43>			Resin PE	12200.65 036	0.085319 233
C ₄ H ₈	3.7566 9	0.0670	Recycle out		
Aliran TiCl₄			C ₂ H ₄	597,525	21,302.1
TiCl ₄	2.4401	0.0129	C ₄ H ₈	91.971	1.6394
Aliran <46>			N ₂	61.6082	2.1987
TEAL	36.720 2	0.3216			
Recycle in					
C ₂ H ₄	597,52 5	21,302 .1			
C ₄ H ₈	91.971 5	1.6394			
N ₂	61.608 2	2.1987			
TOTAL	610306.79416		610306.79416		

IV.I.8 Product Purge Bin (R-320)



Gambar IV.10 Gambar *Product Purge Bin* (R-320)

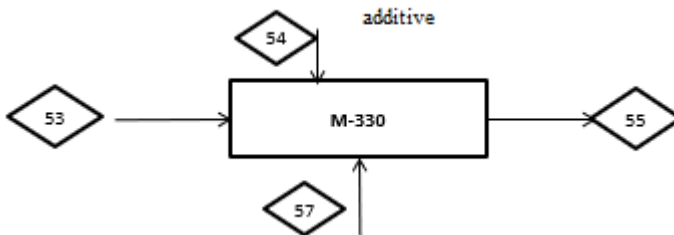
Fungsi : Memisahkan resin polyethylene dari gas yang terikut dan tempat deaktivasi katalis

Tabel IV.20 Neraca Massa Sistem *Product Purge Bin* (R-320)

Komponen	Masuk		Komponen	Keluar	
	kg	kgmol		kg	kgmol
Aliran <50>			Aliran <53>		
C ₂ H ₄	298.9117	10.6564	Resin PE	12200.6504	0.09
CH ₄	1.7520	0.1092	Al(OH) ₃	25.0932	0.3216
C ₂ H ₆	3.3515	0.1115	TiO ₂ (s)	1.0275	0.0129
O ₂	0.0013	0.0000	Total	12226.7711	
H ₂ O	0.0013	0.0001	Aliran <52> to flare		

N ₂	81.2451	2.899 5	C ₂ H ₄	298.9117	10.65 64
C ₄ H ₈	3.6131	0.064 4	CH ₄	1.7520	0.109 2
TiCl ₄	2.4401	0.012 9	C ₂ H ₆	32.3661	1.076 4
TEAL	36.7202	0.321 6	O ₂	0.0013	0.000 0
Resin PE	12200.65 04	0.09	H ₂ O	0.0013	0.000 1
Total	12628.69		N ₂	338.5222	12.08 14
Aliran <51>			C ₄ H ₈	3.6131	0.064 4
N ₂	257.2771	9.181 9	HCl	1.8768	0.051 5
Steam			Total	677.0444	
H ₂ O	17.8472	0.990 6			
TOTAL	12903.811		TOTAL	12903.815	

IV.I.9 Pelletizer (M-330)



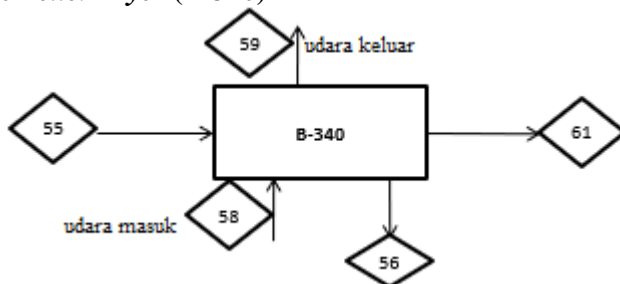
Gambar IV.11 Gambar *Pelletizer* (M-330)

Fungsi : Tempat *pelleting* resin polyethylene dan penambahan additive

Tabel IV.21 Neraca Massa Sistem Pelletizer (M-330)

Komponen	Masuk		Komponen	Keluar	
	kg	kgmol		kg	kgmol
Aliran <53>			Aliran <55>		
Resin PE	12200.65	0.09	Resin PE	12200.65	0.09
Al(OH) ₃	25.09	0.32	Al(OH) ₃	25.0932	0.3216
TiO _{2 (s)}	1.03	0.01	TiO ₂	1.0275	0.0129
Total	12226.7711		H ₂ O	12227	678.662
Aliran <57>			Calcium stearate	1223.7362	2.0159
H ₂ O	12227	678.6618041	Irganox	1223.7362	1.9212
Aliran <54> Additive			Luperox	1223.7362	6.3004
Calcium stearate	1223.7362	2.015940308			
Irganox	1223.7362	1.921213647			
Luperox	1223.7362	6.300449183			
Total	3671.2087				
TOTAL	28124.7509				

IV.I.10 Pellet Dryer (B-340)



Gambar IV.12 Pellet Dryer (B-340)

Fungsi : Untuk menyaring air dan mengeringkan pellet HDPE

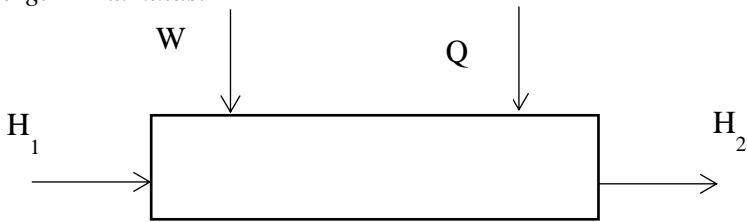
Tabel IV.22 Neraca Massa Sistem Pellet Dryer (B-340)

Komponen	Masuk		Komponen	Keluar	
	kg	kgmol		kg	kgmol
Aliran <55>			Aliran <61>		
LLDPE	15897.98	0.11	LLDPE	15897.98	0.11
H ₂ O	12227	678.66 18	Aliran <56>		
Aliran <58>			H ₂ O	12068	217413
Udara	12973.64	447.36 69	Aliran <59>		
Uap air	64.868 2	3.6006	Udara	12973.64	447.36 69
			Uap air	223.84 8	12.425 0
TOTAL	41163.2595		TOTAL	41163.2595	

IV.II Neraca Energi

Perhitungan neraca energi merupakan prinsip dasar dalam perancangan desain sebuah pabrik. Dengan menghitung neraca energi dapat ditentukan kebutuhan utilitas dan kebutuhan lain yang berkaitan dalam perhitungan. Dalam perhitungan neraca energi ini berlaku hukum kekekalan energi dengan asumsi aliran *steady state*. Rumus yang digunakan dalam perhitungan neraca energi adalah sebagai berikut :

Energi Masuk - Energi keluar + Generasi Energi - Konsumsi Energi = Akumulasi



SISTEM

Gambar IV.13 Aliran energi pada sistem

Karena asumsi aliran *steady state*, maka akumulasi pada sistem adalah nol. Dalam perhitungan neraca energi ini, satuan yang digunakan adalah kJ. Neraca energi proses pembuatan LLDPE dan HDPE dari *Ethylene* dapat dihitung sebagai berikut:

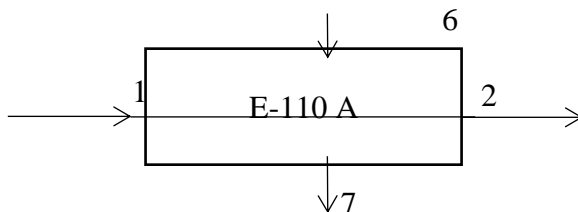
Basis Perhitungan = 1 jam operasi
Satuan perhitungan = kJ
Waktu Operasi = 1 tahun = 330 hari
1 hari = 24 jam

Kondisi *Reference*:

T = 25 °C
P = 1 bar

Asumsi = Sistem *steady state*
Perubahan energi kinetik diabaikan
Perubahan energi potensial diabaikan

IV.II.1 Ethylene Interchanger (E-110 A)



Gambar IV.14 Gambar *Ethylene Interchanger* (E-110A)

Fungsi : Memanaskan Ethylene fresh feed

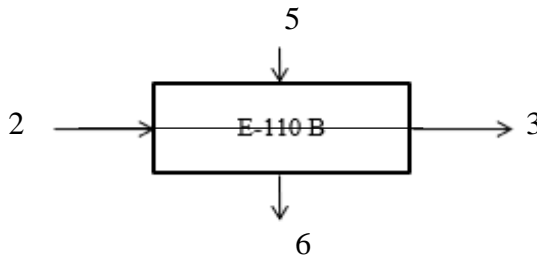
Keterangan : Aliran 1 = 33 °C
 Aliran 2 = 80 °C
 Aliran 6 = 100 °C
 Aliran 7 = 58.4 °C

Tabel IV.23 Neraca Energi Sistem Ethylene Interchanger (E-110A)

Komponen	ΔH masuk (J)	ΔH keluar (J)
	Aliran 1	Aliran 2
C ₂ H ₄	528,830,525.05	3,846,268,494.84
CH ₄	105,717.22	752,950.98
C ₂ H ₆	160,338.15	1,167,331.20
O ₂	707.51	4,906.94
H ₂ O	1,213.98	8,390.10
Komponen	Aliran 6	Aliran 7
C ₂ H ₄	5,363,784,473.30	2,047,363,427.71
CH ₄	1,041,943.51	
C ₂ H ₆	1,628,821.11	

O ₂	294.30	
H ₂ O	11,467.64	
Total	5,895,565,501.78	5,895,565,501.78

IV.II.2 Ethylene Interchanger (E-110 B)



Gambar IV.15 Gambar *Ethylene Interchanger* (E-110 B)

Fungsi : Memanaskan ethylene dari E-110 A

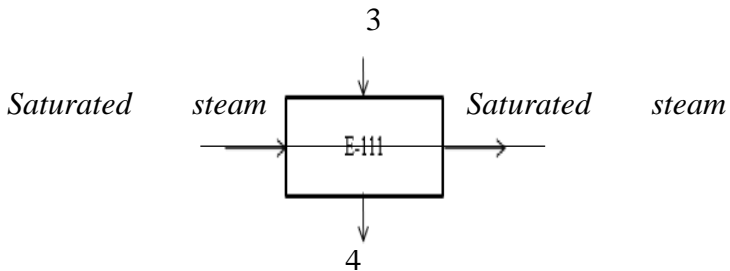
Keterangan : Aliran 2 = 80 °C
 Aliran 3 = 85 °C
 Aliran 5 = 105 °C
 Aliran 6 = 100 °C

Tabel IV.24 Neraca Energi Sistem *Ethylene Interchanger* (E-110 B)

Komponen	ΔH masuk (J)	ΔH keluar (J)
	Aliran 2	Aliran 3
C ₂ H ₄	3,846,268,494.84	4,219,850,419.05
CH ₄	752,950.98	824,438.81
C ₂ H ₆	1,167,331.20	1,280,885.27
O ₂	4,906.94	5,357.91

H ₂ O	8,390.10	9,158.11
Komponen	Aliran 5	Aliran 6
C ₂ H ₄	5,737,367,580.49	5,363,784,473.30
CH ₄	1,112,556.55	1,041,943.51
C ₂ H ₆	1,742,525.53	1,628,821.11
O ₂	313.42	294.30
H ₂ O	12,208.96	11,467.64
Total	9,588,437,259.03	9,588,437,259.03

IV.II.3 Ethylene Preheater (E-111)



Gambar IV.16 Gambar *Ethylene Preheater* (E-111)

Fungsi : Pemanas lanjutan ethylene fresh feed

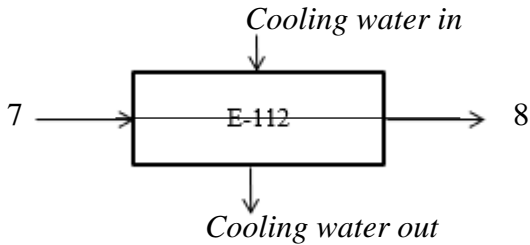
Keterangan : Aliran 3 = 85 °C
 Aliran 4 = 105 °C
 Steam masuk = 138 °C
 Steam keluar = 138 °C

Tabel IV.25 Neraca Energi Sistem *Ethylene Preheater* (E-111)

Masuk		Keluar	
Aliran	$\Delta H(\text{Joule})$	Aliran	$\Delta H(\text{Joule})$
3	4,221,970,259.15	4	5,740,235,184.96

Qs	1,598,173,606.12	Qloss	79,908,680.31
Total	5,820,143,865.26	Total	5,820,143,865.26

IV.II.4 Ethylene Cooler (E-112)



Gambar IV.17 Gambar Ethylene Cooler (E-112)

Fungsi : Mendinginkan ethylene fresh feed

Keterangan : Aliran 7 = 58 °C

Aliran 8 = 32 °C

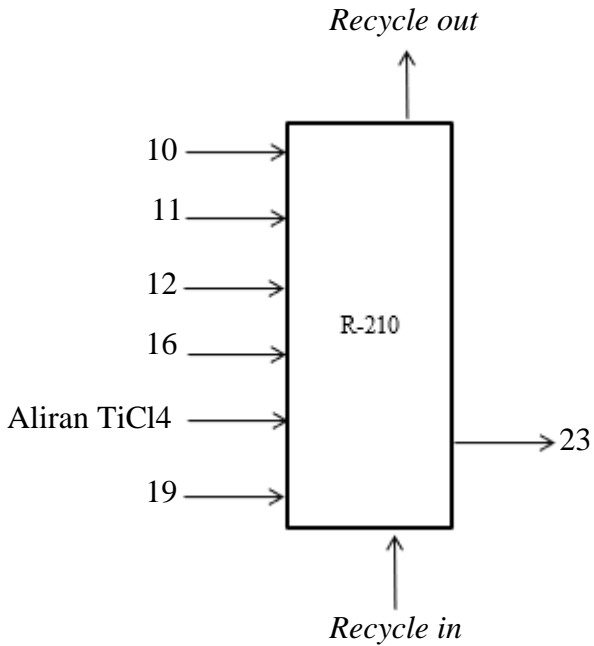
Cooling water masuk = 31 °C

Cooling water keluar = 38 °C

Tabel IV.26 Neraca Energi Sistem Ethylene Cooler (E-112)

Masuk		Keluar	
Aliran	ΔH (J)	Aliran	ΔH (J)
7	2,281,491,456.09	8	462,378,958.31
CW in	1,565,020,509.38	CW out	3,384,133,007.16
Total	3,846,511,965.47	Total	3,846,511,965.47

IV.II.5 Reaktor (R-210)



Gambar IV.18 Gambar Reaktor (R-210)

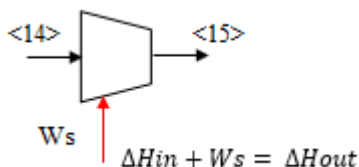
Fungsi: Merekasikan feed untuk menghasilkan resin PE

Keterangan : Aliran 10 = 32 °C
 Aliran 11 = 33 °C
 Aliran 12 = 115 °C
 Aliran 16 = 40 °C
 Aliran 19 = 38 °C
 Aliran 23 = 70 °C
 Aliran TiCl4 = 38 °C
 Recycle in = 49 °C
 Recycle out = 126 °C

Tabel IV.27 Neraca Energi Sistem Reaktor (R-210)

Masuk		Keluar	
Aliran	ΔH (J)	Aliran	ΔH (J)
10	325,177,359.19	23	3,058,792,181.37
11	65,420.65	Recycle out	250,918,312,772.16
12	18,050,419.75	ΔH_{rx}	-199,208,995,829.85
16	402,220.14		
TiCl4	24,693.08		
19	451,429.54		
Recycle in	54,423,937,581.32		
Total	54,768,109,123.68	Total	54,768,109,123.68

IV.II.6 Cycle Gas Compressor (G-212)



Gambar IV.19 Gambar Cycle Gas Compressor (G-212)

Fungsi : Menaikkan tekanan cycle gas sebelum masuk reaktor

Keterangan : Aliran 14 = 126 °C

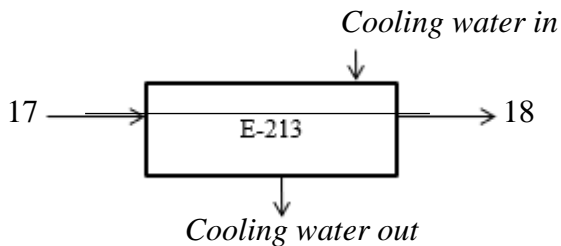
Aliran 15 = 135.6 °C

Tabel IV.28 Neraca Energi Sistem Cycle Gas Compressor (G-212)

Aliran Masuk	Aliran Keluar
--------------	---------------

Komponen	Energi (kJ/h)	Komponen	Energi (kJ/h)
Aliran <14>		Aliran <15>	
H2	443366261.53	H2	475982980
CO	2226.76	CO	2391
CO2	2272.23	CO2	2439
H2O	0.81	H2O	1
H2S	1.43	H2S	2
N2	44824.34	N2	48122
CH3OH	67162.16	CH3OH	72103
CH4	2438.40	CH4	2618
Total	443485187.7	Total	476110655.0
Kerja			
W	32625467.32		
Total Kerja	32625467.32		
Total Masuk	476110655	Total Keluar	476110655

IV.II.7 Cycle Gas Cooler (E-213)



Gambar IV.20 Gambar Cycle Gas Cooler (E-213)

Fungsi : Mendinginkan cycle gas

Keterangan : Aliran 17 = 136 °C
Aliran 18 = 49 °C

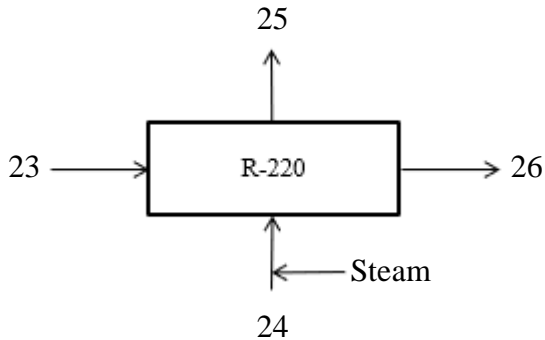
Cooling water masuk = 30 °C

Cooling water keluar = 40 °C

Tabel IV.29 Neraca Energi Sistem *Cycle Gas Cooler* (E-213)

Masuk		Keluar	
Aliran	ΔH (J)	Aliran	ΔH (J)
17	2,820,680,762.77	18	555,627,152.79
CW in	1,948,672,970.37	CW out	4,213,726,580.36
Total	4,769,353,733.15	Total	4,769,353,733.15

IV.II.8 Product Purge Bin (R-220)



Gambar IV.21 Gambar *Product Purge Bin* (R-220)

Fungsi : Menghilangkan gas-gas yang terikut dalam produk

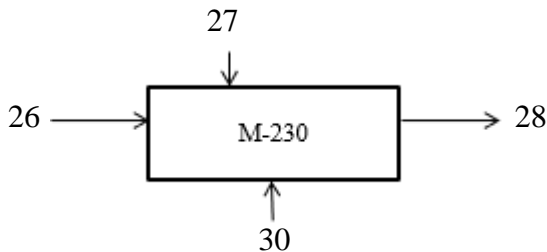
Keterangan : Aliran 23 = 70 °C
 Aliran 24 = 90 °C
 Aliran 25 = 78 °C
 Aliran 26 = 66.3 °C
 Steam masuk = 138 °C

Tabel IV.30 Neraca Energi Sistem *Product Purge Bin* (R-220)

Masuk	Keluar
-------	--------

Aliran	ΔH (J)	Aliran	ΔH (J)
23	3,058,792,181.37	26	3,074,636,295.03
24	41,813,829.50	25	116,712,281.34
steam	90,921,888.83	ΔH_{rx}	179,323.34
Total	3,191,527,899.70	Total	3,191,527,899.70

IV.II.9 Mixer (M-230)



Gambar IV.22 Gambar Mixer (M-230)

Fungsi : Pencampuran resin PE dan penambahan additive

Keterangan : Aliran 26 = 66 °C

Aliran 27 = 32 °C

Aliran 28 = 65 °C

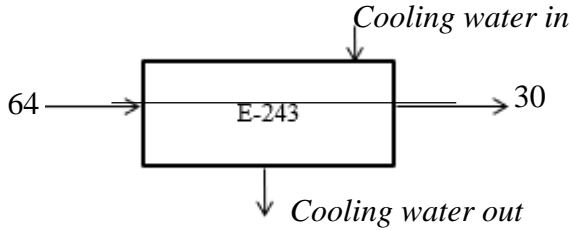
Aliran 30 = 38 °C

Tabel IV.31 Neraca Energi Sistem Mixer (M-230)

Masuk		Keluar	
Aliran	ΔH (Joule)	Aliran	ΔH (Joule)
26	3,074,636,295.03	28	8,742,859,300.14
30	1,875,513,054.70	Q_{loss}	199,603,459.03
27	244,228.87		
Q_{supply}	3,992,069,180.58		

Total	8,942,462,759.17	Total	8,942,462,759.17
--------------	-------------------------	--------------	-------------------------

IV.II.10 Cooler (E-243)



Gambar IV.23 Gambar Cooler (E-243)

Fungsi : Mendinginkan air setelah melewati *dryer*

Keterangan : Aliran 30 = 38 °C

Aliran 64 = 64 °C

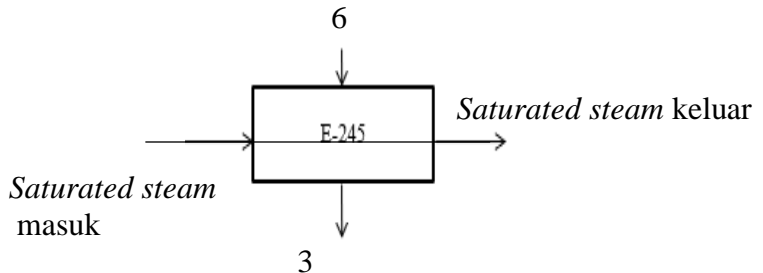
Cooling water masuk = 30 °C

Cooling water keluar = 48 °C

Tabel IV.32 Neraca Energi Sistem Cooler (E-243)

Masuk		Keluar	
Aliran	ΔH (J)	Aliran	ΔH (J)
64	5,723,575,922.47	30	1,875,513,054.70
CW in	3,310,568,926.78	CW out	7,158,631,794.56
Total	9,034,144,849.25	Total	9,034,144,849.25

IV.II.11 Preheater Udara (E-245)



Gambar IV.24 Gambar Preheater Udara (E-245)

Fungsi : Memanaskan udara lingkungan

Keterangan: Aliran 32 = 80 °C

Aliran 66 = 30 °C

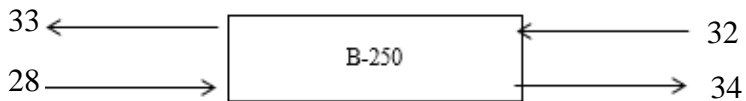
Steam masuk = 138 °C

Steam keluar = 138 °C

Tabel IV.33 Neraca Energi Sistem Preheater Udara (E-245)

Masuk		Keluar	
Aliran	ΔH (Joule)	Aliran	ΔH (Joule)
66	119,071,569.01	32	1,327,505,623.92
Qs	1,272,035,847.28	Q _{loss}	63,601,792.36
Total	1,391,107,416.29	Total	1,391,107,416.29

IV.II.12 LLDPE Rotary Dryer (B-240)



Gambar IV.25 Gambar LLDPE Rotary Dryer (B-240)

Fungsi : Mengeringkan pellet LLDPE

Keterangan : Aliran 28 = 65 °C

Aliran 32 = 80 °C

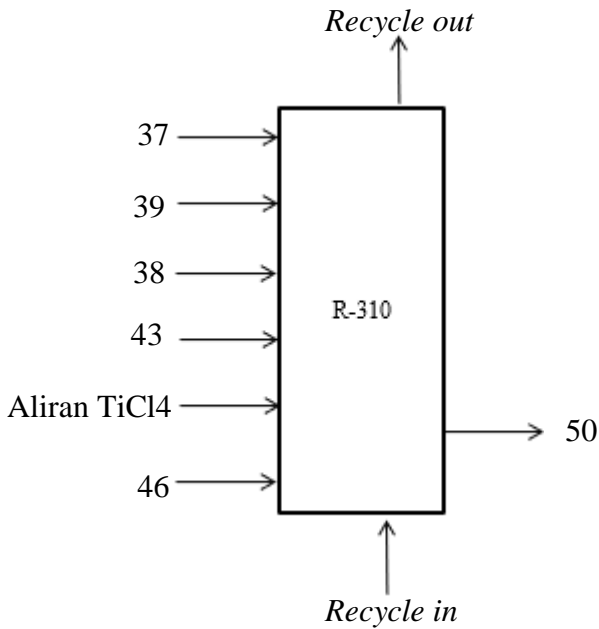
Aliran 33 = 30 °C

Aliran 34 = 75 °C

Tabel IV.34 Neraca Energi Sistem LLDPE Rotary Dryer (B-240)

Neraca Panas Total			
Panas Masuk (kJ)		Panas Keluar (kJ)	
H _{udara masuk}	1611721.616	H _{udara keluar}	1114025.739
H _{bahan masuk}	2232327.609	H _{bahan keluar}	2730023.485
Total	3844049.224	Total	3844049.224

IV.II.13 Reaktor (R-310)



Gambar IV.26 Gambar Reaktor (R-310)

Fungsi : Mereaksikan feed untuk menghasilkan resin PE

Keterangan :

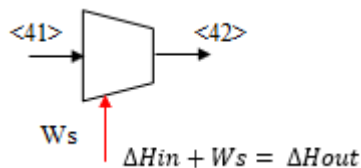
- Aliran 37 = 32 °C
- Aliran 38 = 115 °C
- Aliran 39 = 33 °C
- Aliran 43 = 40 °C
- Aliran 46 = 38 °C
- Aliran 50 = 70 °C
- Aliran TiCl₄ = 38 °C
- Recycle in = 49 °C
- Recycle out = 154 °C

Tabel IV.35 Neraca Energi Sistem Reaktor (R-310)

Masuk	Keluar
-------	--------

Aliran	ΔH (J)	Aliran	ΔH (J)
37	137,200,592.12	50	1,290,283,191.54
38	19,688.25	Recycle out	138,896,979,189.06
39	7,615,930.84	ΔH_{rx}	-117,083,223,719.30
43	84,451.82		
TiCl ₄	10,418.46		
46	190,466.31		
Recycle in	22,958,917,113.50		
Total	23,104,038,661.30	Total	23,104,038,661.30

IV.II.14 Cycle Gas Compressor (G-312)



Gambar IV.27 Gambar Cycle Gas Compressor (G-312)

Fungsi : Menaikkan tekanan cycle gas sebelum masuk reactor

Keterangan : Aliran 41 = 154 °C

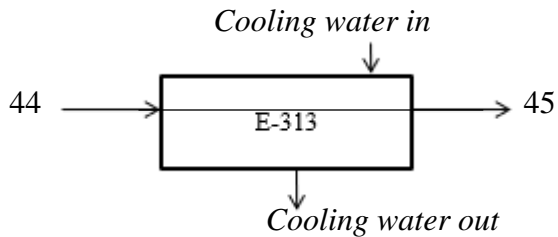
Aliran 42 = 163.8 °C

Tabel IV.36 Neraca Energi Sistem Cycle Gas Compressor (G-312)

Aliran Masuk		Aliran Keluar	
Komponen	Energi (kJ/h)	Komponen	Energi (kJ/h)
Aliran <41>		Aliran <42>	

H2	225068757.76	H2	239585173
CO	1130.41	CO	1203
CO2	1153.48	CO2	1228
H2O	0.40	H2O	0
H2S	0.72	H2S	1
N2	22754.72	N2	24222
CH3OH	16966.48	CH3OH	18061
CH4	882.97	CH4	940
Total	225111646.9	Total	239630828.3
Kerja			
W	14519181.34		
Total Kerja	14519181.34		
Total Masuk	239630828	Total Keluar	239630828

IV.II.15 Cycle Gas Cooler (E-313)



Gambar IV.28 Gambar Cycle Gas Cooler (E-313)

Fungsi: Mendinginkan cycle gas

Keterangan : Aliran 44 = 164 °C

Aliran 45 = 49 °C

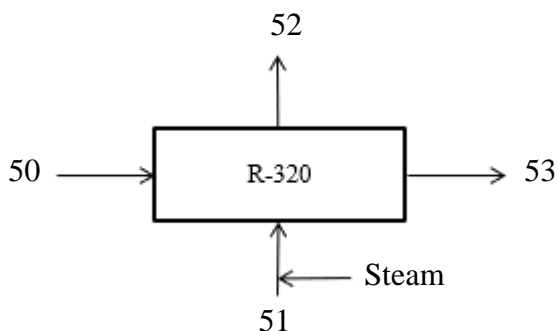
Cooling water masuk = 30 °C

Cooling water keluar = 40 °C

Tabel IV.37 Neraca Energi Sistem *Cycle Gas Cooler* (E-313)

Masuk		Keluar	
Aliran	ΔH (J)	Aliran	ΔH (J)
44	384,019,625.74	45	58,598,431.55
CW in	279,966,656.11	CW out	605,387,850.29
Total	663,986,281.84	Total	663,986,281.84

IV.II.16 Product Purge Bin (R-320)



Gambar IV.29 Gambar *Product Purge Bin* (R-320)

Fungsi: Menghilangkan gas-gas yang terikut dalam produk

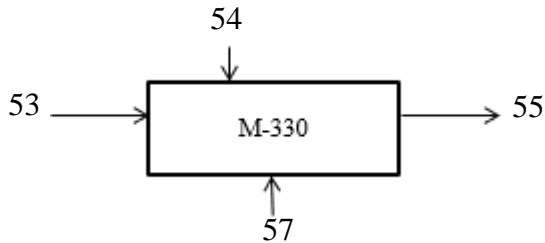
Keterangan : Aliran 50 = 70 °C
 Aliran 51 = 90 °C
 Aliran 52 = 78 °C
 Aliran 53 = 66.3 °C
 Steam masuk = 138 °C

Tabel IV.38 Neraca Energi Sistem *Product Purge Bin* (R-320)

Masuk		Keluar	
Aliran	ΔH (J)	Aliran	ΔH (J)
50	1,290,283,191.54	53	1,297,251,601.65

51	17,395,428.82	52	48,712,952.31
steam	38,361,593.37	ΔH_{rx}	75,659.77
Total	1,346,040,213.72	Total	1,346,040,213.72

IV.II.17 Mixer (M-330)



Gambar IV.30 Gambar *Mixer* (M-330)

Fungsi: Pencampuran resin PE dan penambahan additive

Keterangan : Aliran 53 = 66 °C

Aliran 54 = 32 °C

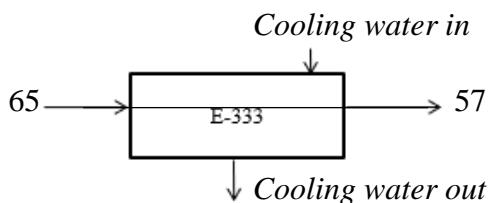
Aliran 55 = 65 °C

Aliran 57 = 38 °C

Tabel IV.39 Neraca Energi Sistem *Mixer* (M-330)

Masuk		Keluar	
Aliran	ΔH (Joule)	Aliran	ΔH (Joule)
53	1,297,251,601.65	55	3,808,895,605.78
57	788,930,508.41	Q_{loss}	89,612,095.75
54	20,083,676.55		
Q_{supply}	1,792,241,914.91		
Total	3,898,507,701.52	Total	3,898,507,701.52

IV.II.18 Cooler (E-333)



Gambar IV.31 Gambar Cooler (E-333)

Fungsi: Mendinginkan air setelah melewati dryer

Keterangan: Aliran 57 = 38 °C

Aliran 65 = 65 °C

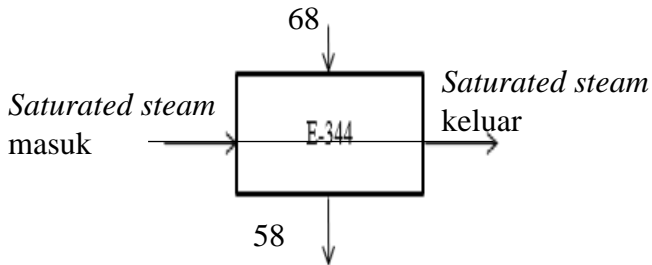
Cooling water masuk = 30 °C

Cooling water keluar = 48 °C

Tabel IV.40 Neraca Energi Sistem Cooler (E-333)

Masuk		Keluar	
Aliran	ΔH (J)	Aliran	ΔH (J)
65	2,407,609,827.69	57	788,930,508.41
CW in	1,392,583,655.98	CW out	3,011,262,975.26
Total	3,800,193,483.67	Total	3,800,193,483.67

IV.II.19 Preheater Udara (E-344)



Gambar IV.32 Gambar Preheater Udara (E-344)

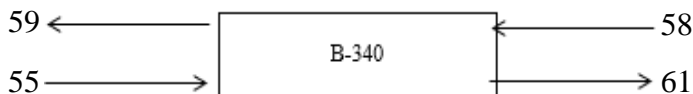
Fungsi : Memanaskan udara lingkungan

Keterangan : Aliran 58 = 80 °C
 Aliran 68 = 30°C
 Steam masuk = 138 °C
 Steam keluar = 138 °C

Tabel IV.41 Neraca Energi Sistem Preheater Udara (E-344)

Masuk		Keluar	
Aliran	ΔH (Joule)	Aliran	ΔH (Joule)
34	65,179,569.50	35	726,674,266.56
Qs	696,310,207.43	Qloss	34,815,510.37
Total	761,489,776.93	Total	761,489,776.93

IV.II.20 HDPE Pellet Rotary Dryer (B-340)



Gambar IV.33 Gambar HDPE Pellet Rotary Dryer (B-340)

Fungsi : Mengeringkan pellet HDPE

Keterangan : Aliran 55 = 65 °C
 Aliran 58 = 80 °C
 Aliran 59 = 30 °C
 Aliran 61 = 75 °C

Tabel IV.42 Neraca Energi Sistem HDPE Pellet Rotary Dryer
 (B-340)

Neraca Panas Total			
Panas Masuk (kJ)		Panas Keluar (kJ)	
H _{udara masuk}	882253.6054	H _{udara keluar}	609815.7496
H _{bahan masuk}	1221972.245	H _{bahan keluar}	1494410.101
Total	2104225.851	Total	2104225.851

BAB V DAFTAR DAN HARGA PERALATAN

Spesifikasi peralatan yang digunakan dalam Pabrik LLDPE dan HDPE dari *Ethylene* ini adalah sebagai berikut :

V.1. Ethylene Interchanger (E-110A)

Tabel V.1 Spesifikasi Alat *Ethylene Interchanger* (E-110A)

Spesifikasi Alat Interchanger (E-110 A)			
Nama	:	<i>Interchager</i>	
Alat	:	<i>er</i>	
Kod	:	E-110	
e	:	A	
Fun	:	Untuk memanaskan ethylene feed dengan	
gsi	:	memanfaatkan	
		panas ethylene yang keluar dari	
		Interchanger B	
<i>Type</i>	:	<i>Shell and Tube Heat</i>	
		<i>Exchanger</i>	
Bahan	:	<i>Carbon steel,</i>	
Konstruksi	:	<i>A516</i>	
Kapasitas	:	45421. kg/j	
	:	539	am
Har	:	\$117,4	
ga	:	95	
		b	
Jumlah	:	1	
ah	:	ua	
		h	
Bagian		Bagian	
Shell		Tube	
I	3	OD	0. i
D	= 5. i	=	7 n
s	0 n	=	5 n
n	= 2 bua	L	24 i
'	h	=	n

B	=	$\frac{1}{2}$	i		I	0.48	i
			n		D	2	n
de	=	$\frac{0.1}{6}$	i		a	0.18	i
			n		'	2	n
					a	0.19	i
					'	63	n
					P	0.93	i
					T	75	n
					=		
					C	0.18	i
					'	75	n
							b
					N	106	ua
					t	8	h
							b
					n	4	ua
							h

V.2. Ethylene Interchanger (E-110B)

Tabel V.2 Spesifikasi Alat *Ethylene Interchanger* (E-110B)

Spesifikasi Alat Interchanger (E-110B)	
Nama	: <i>Interchan</i>
Alat	: <i>ger</i>
Kod	: E-110
e	: B
Fun	: Untuk memanaskan ethylene feed dengan
gsi	: memanfaatkan
	panas ethylene yang keluar dari
	deoxo vessel
Type	: <i>Shell and Tube Heat</i>
	: <i>Exchanger</i>
Bahan	: <i>Carbon steel,</i>
Konstruksi	: <i>A179</i>

Kapasitas : 45421. kg/j
 : 539 am
 Harga : \$85,269.
 : 70
 Jumlah : 1 ua
 ah : h

Bagian
 Shell
 I 2 i
 D = 9. n
 s 0
 n = 2 b
 ' = 2 ua
 h
 B = 6 i
 n
 de = 0. i
 = 9 n

Bagian
 Tube
 OD 1. i
 = 5 n
 L 16 i
 = 16 n
 I
 D 1.4 i
 = n
 a = 1.54 i
 ' = 1.54 n
 a = 0.39 i
 ' = 0.39 n
 ' = 25 n
 P
 T 1.87 i
 = 5 n
 C = 0.37 i
 ' = 0.37 n
 N b
 t = 154 ua
 h
 b
 n = 4 ua
 h

V.3. Ethylene Preheater (E-111)

Tabel V.3 Spesifikasi Alat *Ethylene Preheater* (E-111)

Spesifikasi Ethylene Preheater (E-111)			
Nama	:	<i>Ethylene</i>	
Alat	:	<i>Preheater</i>	
Kode	:	E-121	
Fungsi	:	Untuk menaikkan suhu ethylene sebelum masuk ke ethylene deoxo vessel	
Type	:	<i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>	
Bahan Konstruksi	:	<i>Carbon steel, A179</i>	
Kapasitas	:	45421. kg/jam	
Harga	:	\$10.365,2	
Jumlah	:	1 buah	
		Bagian Shell	Bagian Tube
		I = 3	O = 1
		D = 5.0	D = 0.75
		n = 1	n = 16
		b = 7	L = 0.65
		n	D = 2
			n

d	=	0.	i	a	=	0.33	i
e	=	5	n	'	=	4	n
		5					
				a	=	0.19	i
				,	=	63	n
				P	=	0.93	i
				T	=	75	n
				C	=	0.18	i
				'	=	75	n
				N	=	110	bua
				t	=	2	h
							bua
				n	=	2	h

V.4. Ethylene Deoxo Vessel (D-113)

Tabel V.4 Spesifikasi *Ethylene Deoxo Vessel* (D-113)

Spesifikasi	:	Unit Ethylene Deoxo Vessel (D-113)	
Material	:	SA 167 type 304 grade 3	
Harga	:	\$341,853.97	
Jumlah	:	1	unit
Fungsi	:	Mengurangi kandungan O ₂ di aliran etylene.	
Tipe	:	Silinder packing dengan tutup atas dan bawah berbentuk dish head.	
Jenis Sambungan	:	Double welded butt	

OD	:	54.0000	i n	=	1.3716	m
ID	:	51.7573	i n	=	1.3146	m
H bed	:	2.1911	i n	=	0.0557	m
Tinggi sheel	:	103.5147	i n	=	2.6293	m
Tebal Sheel	:	1	i n	=	0.0254	m
Tebal tutup atas	:	1	i n	=	0.0254	m
Straight flange (sf)	:	2.5	i n	=	0.0635	m
Tinggi tutup atas	:	13.5724	i n	=	0.3447	m
Tebal tutup bawah	:	1	i n	=	0.0254	m
Tinggi tutup bawah	:	13.5724	i n	=	0.3447	m
Tinggi tangki total	:	130.6595	i n	=	3.3188	m

V.5. Ethylene Cooler (E-112)

Tabel V.5 Spesifikasi Alat *Ethylene Cooler* (E-112)

Spesifikasi Alat <i>Ethylene Cooler</i> (E-112)	
Nama	: <i>Ethylene</i>
Alat	: <i>Cooler</i>
Kode	: E-112
Fungsi	: Menurunkan suhu ethylene sebelum masuk ke ethylene dryer

Type	:	<i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>	
Bahan	:	<i>Carbon steel,</i>	
Konstruksi	:	<i>A179</i>	
Kapasitas	:	42140.	kg/jam
Haraga	:	\$10	
Jumlah	:	1	buah

Bagian Shell			Bagian Tube		
I	3	i	OD	0.	i
D	= 1.	n	=	7	n
s	0			5	
n	= 2	b	L	2	i
'		ua	=	0	n
		h			
B	= 9	i	I	0.	i
		n	D	6	n
			=	1	
d	0.	i	a	0.28	i
e	= 5	n	' =	9	n
	5				
			a	0.19	i
			' =	63	n
			P	0.	i
			T	9	n
			=	4	
			C	0.	i
			' =	1	n
				9	

N	8	
t	2	buah
	= 2	
n	4	buah
		h

V.6. Ethylene Dryer (B-114)

Tabel V.6 Spesifikasi Alat *Ethylene Dryer* (B-114)

Spesifikasi	:	Ethylene Dryer (B-114)			
Material	:	SA - 516			
Harga	:	\$348,609.10			
Jumlah	:	1	unit		
Fungsi	:	Menghilangkan kandungan air yang terkandung di dalam aliran ethylene segar dengan menggunakan molecular sieve.			
Tipe	:	Silinder packing dengan tutup atas dan bawah berbentuk dish head.			
Jenis Sambungan	:	Double welded butt			
OD	:	72.0000	in	=	1.8288 m
ID	:	68.4079	in	=	1.7376 m
H bed	:	2.8959	in	=	0.0736 m
Tinggi sheel	:	136.8159	in	=	3.4751 m
Tebal Sheel	:	1 3/8	in	=	0.0349 m
Tebal tutup atas	:	1/5	in	=	0.0048 m
Straight flange (sf)	:	0.5	in	=	0.0127 m

Tinggi tutup atas	:	12.2392	in	=	0.3109	m
Tebal tutup bawah	:	1/5	in	=	0.0048	m
Tinggi tutup bawah	:	12.2392	in	=	0.3109	m
Tinggi tangki total	:	161.2942	in	=	4.0969	m

V.7. Co-Monomer Tank (F-115)

Tabel V.7 Spesifikasi Alat Co-Monomer Tank (F-115)

Spesifikasi	:	Comonomer Tank (F-115)				
Material	:	Carbon Steel SA - 212 Grade A				
Harga	:	\$40,4 20.05				
Jumlah	:	1	unit			
Fungsi	:	Sebagai tempat penyimpanan Comonomer sebelum memasuki reaktor.				
Tipe	:	Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk Dished Head dan tutup bawah berbentuk flat.				
Jenis Sambungan	:	Double welded butt joints				
OD	:	92.2588	in	=	2.3434	m
ID	:	90.2588	in	=	2.2926	m
Tinggi sheel	:	135.3882	in	=	3.4389	m
Tebal Sheel	:	1	in	=	0.0254	m
Tebal tutup atas	:	7/8	in	=	0.0222	m
Straight flange (sf)	:	2.5	in	=	0.0635	m

Tinggi tutup atas	:	18.2479	in	=	0.4635	m
Tebal tutup bawah	:	5	in	=	0.1270	m
Tinggi tutup bawah	:	14.75	in	=	0.3747	m
Tinggi tangki total	:	168.3860	in	=	4.2770	m

V.8. Co-Monomer Pump (L-116)

Tabel V.8 Spesifikasi Alat Co-Monomer Pump (L-116)

Spesifikasi	:	Comonomer Pump (L-116)	
Tipe	:	Centrifugal pump	
Material	:	Commercial steel	
Kapasitas	:	21.7	kg/jam
Daya pompa	:	0.07	hp
Harga	:	\$1,661.10	
Jumlah	:	1	buah

V.9. TEAL Tank (F-214)

Tabel V.9 Spesifikasi Alat TEAL Tank (F-214)

Spesifikasi	:	TEAL Tank (F-214)	
Material	:	Carbon Steel SA - 212 Grade A	
Harga	:	\$49,38	
	:	9.98	
Jumlah	:	1	unit
Fungsi	:	Sebagai tempat penyimpanan TEAL sebelum memasuki reaktor.	
Tipe	:		

	Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk Dished Head dan tutup bawah berbentuk flat.				
Jenis Sambungan	:	Double welded butt joints			
OD	:	111.75 74	in	=	2.8386 m
ID	:	109.25 74	in	=	2.7751 m
Tinggi sheel	:	163.88 61	in	=	4.1627 m
Tebal Sheel	:	1 1/4	in	=	0.0318 m
Tebal tutup atas	:	1 1/8	in	=	0.0286 m
Straight flange (sf)	:	3	in	=	0.0762 m
Tinggi tutup atas	:	22.985 5	in	=	0.5838 m
Tebal tutup bawah	:	6	in	=	0.1524 m
Tinggi tutup bawah	:	16.500 0	in	=	0.4191 m
Tinggi tangki total	:	203.37 16	in	=	5.1656 m

V.10. TEAL Pump (L-215)

Tabel V.10 Spesifikasi TEAL Pump (L-215)

Spesifikasi	:	TEAL Pump (L-215)	
Tipe	:	Centrifugal pump	
Material	:	Commercial steel	
Kapasitas	:	160.5	kg/jam

Daya pompa	:	0.16	h p
Harga	:	\$1,882.58	
Jumlah	:	1	buah

V.11. Liquid Additive Tank (F-245)

Tabel V.11 Spesifikasi Alat Liquid Additive Tank (F-245)

Spesifikasi	:	Liquid Additive Tank (F-245)				
Material	:	Carbon Steel SA - 212 Grade A				
Harga	:	\$45,957.04				
Jumlah	:	1	unit			
Fungsi	:	Sebagai tempat penyimpanan Liquid Aditive sebelum memasuki mixer.				
Tipe	:	Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk Dished Head dan tutup bawah berbentuk flat.				
Jenis Sambungan	:	Double welded butt joints				
OD	:	102.3975	in	=	2.6009	m
ID	:	101.8975	in	=	2.5882	m
Tinggi sheel	:	152.8462	in	=	3.8823	m
Tebal Sheel	:	1/4	in	=	0.0064	m
Tebal tutup atas	:	3/16	in	=	0.0048	m
Straight flange (sf)	:	0.5	in	=	0.0127	m
Tinggi tutup atas	:	18.1620	in	=	0.4613	m
Tebal tutup bawah	:	1 ½	in	=	0.0381	m
Tinggi tutup bawah	:	12.0000	in	=	0.3048	m

Tinggi tangki total	:	183.0082	in	=	4.6484	m
---------------------	---	----------	----	---	--------	---

V.12. Liquid Additive Pump (F-246)

Tabel V.12 Spesifikasi Alat *Liquid Additive Pump* (F-246)

Spesifikasi	:	Liquid Additive Pump (F-246)			
Tip e	:	Centrifugal pump			
Material	:	Commercial steel			
Kapasitas	:	100.4		kg/jam	
Daya pompa	:	0.04		h p	
Harga	:	\$1,882.58			
Jumlah	:	1		bua h	

V.13. Catalyst Tank LLDPE (F-221)

Tabel V.13 Spesifikasi Alat *Catalyst Tank LLDPE* (F-221)

Spesifikasi	:	Catalyst Tank LLDPE (F-221)			
Material	:	Carbon Steel SA - 212 Grade A			
Harga		\$13,0 67.30			
Jumlah	:	1		unit	
Fungsi	:	Sebagai tempat penyimpanan katalis sebelum memasuki reaktor.			
Tipe	:	Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk Dished Head dan tutup bawah berbentuk Conical.			
	:	Double welded butt joints			

Jenis Sambungan					
OD	:	30.6617	in	=	0.2200 m
ID	:	29.6617	in	=	0.2073 m
Tinggi sheel	:	44.4925	in	=	0.3110 m
Tebal Sheel	:	1/2	in	=	0.0064 m
Tebal tutup atas	:	1/2	in	=	0.0064 m
Straight flange (sf)	:	2	in	=	0.0254 m
Tinggi tutup atas	:	7.6129	in	=	0.0636 m
Tebal tutup bawah	:	3/8	in	=	0.0048 m
Sudut tutup bawah	:	60°			
Tinggi tutup bawah	:	25.7035	in		0.6529 m
Tinggi tangki total	:	77.8088	in		1.9763 m

V.14. Cycle Gas Compressor LLDPE (G-212)

Tabel V.14 Spesifikasi Alat *Cycle Gas Compressor* LLDPE (G-212)

Spesifikasi	Keterangan
Kode	G-212
Type	Centrifugal Compressor
Fungsi	Menaikkan tekanan cycle gas dari 26 bar menjadi 29 bar

Harga	\$78,625.30
Jumlah stage	1
Bahan	Carbon Steel
Kondisi operasi :	Psuction : 2 kPa Tsuction = 126 °C
	: 6 a
	Pdischarge 2 kPa Tdischarge = 135 °C
	: 9 a ge .6 C
Kapasitas (Kg/jam)	1446422.651
r	1.115384615
Efisiensi	0.75234

V.15. Cycle Gas Cooler (E-213)

Tabel V.15 Spesifikasi Alat *Cycle Gas Cooler* (E-213)

Spesifikasi Alat Cycle Gas Cooler (E-213)	
Nama	: <i>Cycle Gas</i>
Alat	: <i>Cooler</i>
Kode	: E-213
Fungsi	: Tempat melepas panas hasil di dalam reaktor yang dibawa cycle gas kemudian masuk kembali ke reaktor
Type	: <i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>
Bahan	: <i>Carbon steel,</i>
Konstruksi	: <i>A516</i>
Kapasitas	: 241070.4 kg/jam
Haraga	: \$463,114.12
Jumlah	: 6 buah

Bagian Shell		Bagian Tube	
I	3	O	
D	= 9.	D	1.5
s	0	=	
n	= 1	L	16
,		=	
B	= 8	I	
D	= 8	D	1.4
e	= 0	=	
8		a	= 1.54
		,	= 0.39
		,	= 25
		P	1.87
		T	5
		=	
		C	0.37
		'	= 5
		N	
		t	= 307
		n	= 2

V.16. Fluidized Bed Reactor (R-210)

Tabel V.16 Spesifikasi Alat *Fluidized Bed Reactor* (R-210)

Spesifikasi	:	Fluidized Bed Reactor (R-210)
Material	:	SA - 537 Cl -1
Harga	:	\$1,308, 280.77

Jumlah	:	1	unit		
Fungsi	:	Tempat terjadinya reaksi polimerisasi pembentukan polyethylene			
Tipe	:	Fluidized Bed Reactor			
Jenis Sambungan	:	Double welded butt joints			
OD shell	:	156	in	=	3.9624 m
ID shell	:	150	in	=	3.8191 m
Tinggi shell	:	914.301 1	in	=	23.2232 m
Tebal Shell	:	3/4	in	=	0.0191 m
Tebal tutup atas	:	1	in	=	0.0254 m
Straight flange (sf)	:	2	in	=	0.0508 m
Sudut conical atas	:	25	°		
Tebal conical atas	:	5/8	in	=	0.0159 m
Tinggi conical	:	169.644 6	in	=	4.3090 m
Tinggi tutup atas + C	:	219.824 7	in	=	5.5835 m
Tebal tutup bawah	:	3/4	in	=	0.0191 m
Tinggi tutup bawah	:	149.760 0	in	=	3.8039 m

Tinggi reaktor total	:	1453.53 03	in	=	36.9197	m
----------------------	---	---------------	----	---	---------	---

V.17. Product Purge Bin (R-220)

Tabel V.17 Spesifikasi Alat *Product Purge Bin* (R-220)

Spesifikasi	:	Product Purge Bin (R-220)				
Material	:	SA-516 Grade - 60				
Harga	:	\$615,381.43				
Jumlah	:	1		unit		
Fungsi	:	(1) Mengurangi kandungan comonomer maupun senyawa hidrokarbon lain yang ditransfer dari Reaktor (2) Untuk menghidrolisa residu TEAL. (3) Untuk mendeaktivasikan katalis yang masih aktif.				
Tipe	:	Purge Bin				
Jenis Sambungan	:	Double welded butt joints				
OD1	:	168.0000	in	=	4.2672	m
ID1	:	165.8122	in	=	4.2116	m
Tinggi sheel 1	:	663.2488	in	=	16.8465	m
Tebal Sheel 1	:	1/4	in	=	0.0064	m
Tebal tutup atas 1	:	1/4	in	=	0.0048	m
Straight flange (sf)	:	1.5	in	=	0.0381	m
Tinggi tutup atas 1	:	1/5	in	=	0.0048	m
Tebal conical	:	1/4	in	=	0.0048	m
Sudut conical	:	60		°		

Tinggi conical	:	47.8952	in	=	1.2165	m
Tinggi bagian 1	:	730.7983	in	=	18.5623	m
OD2	:	114.0000	in	=	2.8956	m
ID2	:	110.5415	in	=	2.8078	m
Tinggi sheel 2	:	221.0829	in	=	5.6155	m
Tebal Sheel 2	:	1/5	in	=	0.0048	m
Tebal conical	:	1/5	in	=	0.0048	m
Sudut conical	:	60	°			
Tinggi conical	:	95.7904	in	=	2.4331	m
Tinggi bagian 2	:	316.8734	in	=	8.0486	m
Tinggi Total	:	1047.6716	in	=	26.6109	m

V.18. Mixer (M-230)

Tabel V.18 Spesifikasi Alat *Mixer* (M-230)

Spesifikasi	:	Mixer (M-230)			
Tipe	:	Single-Screw			
Harga	:	\$315,387.14			
Jumlah	:	1	buah		
Bahan	:	Carbon Steel			
Panjang	:	8	m		
Diameter Barrel	:	0.29	m		
Diameter Luar	:	0.48	m		
Kecepatan Putar Screw	:	80	rpm		
Daya Total Screw	:	68.728	kW		

V.19. Pellet Chamber (F-244)

Tabel V.19 Spesifikasi Alat *Pellet Chamber* (F-244)

Spesifikasi	:	Pellet Chamber (F-244)			
Material	:	Carbon Steel			

Harga	:	\$343,293.58	
Jumlah	:	1	buah
Luas Die Hole	:	0.00000314	m ²
Laju Produksi Pellet	:	2088.894459	Pellet/s
Laju Cutter	:	100	rpm
Jumlah Die Hole	:	1253	hole

V.20. Melt Pump (L-242)

Tabel V.20 Spesifikasi Alat *Melt Pump* (L-242)

Spesifikasi	:	Melt Pump (L-242)	
Tipe	:	Gear Pump	
Bahan konstruksi	:	Commercial steel	
Kapasitas	:	28979.0	kg/jam
Daya pompa	:	0.5	hp
Harga	:	\$4,540.33	
Jumlah	:	1	buah

V.21. Melt Screen (H-233)

Tabel V.21 Spesifikasi Alat *Melt Screen* (H-233)

Spesifikasi	:	Melt Screen (H-233)	
Tipe kawat	:	American Wire Gauge 19	
Material	:	Carbon steel	
Kapasitas	:	58.02	ton/jam
Bukaan screen	:	1	mm
Diameter kawat	:	0.911	mm
Luas screen	:	42.38	m ²

Harga	:	\$138,646.31
Jumlah	:	1 buah

V.22. *Blower (G-312)*

Tabel V.22 Spesifikasi Alat *Blower (G-312)*

Spesifikasi	Keterangan
Nama alat	Blower (G-312)
Fungsi	Transportasi udara panas ke heater untuk keperluan rotary dryer
Tipe	Single Stage blower pressure
Kapasitas (ft ³ /menit)	11943
Power (kW)	8.7
H a r g a	\$10 1,9 91. 42
Jumlah (Unit)	1

V.23. *Pre Heater Udara (E-246)*

Tabel V.23 Spesifikasi Alat *Pre Heater Udara (E-246)*

Spesifikasi Pre Heater Udara (E-246)	
Nama	<i>Pre Heater</i>
Alat	<i>Udara</i>
Kode	E-246
Fungsi	Memanaskan udara untuk kebutuhan pellet dryer

Type	:	<i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>	
Bahan	:	<i>Carbon steel,</i>	
Konstruksi	:	<i>A179</i>	
Kapasitas	:	23819.	kg/ja
Har	:	054	m
ga	:	\$61,349.	
Juml	:	89	
ah	:	1	bu
		ah	
		Bagian	Bagian
		Shell	Tube
I	2		OD
D	= 3.	i	1.
s	3	n	2
			= 5
n	= 1	b	L
,		ua	= 16
		h	n
B	= 2	i	I
	3	n	D
			= 1.11
d	= 0.	i	a
e	= 9	n	' = 0.96
	1		n
			a
			' = 0.32
			, = 71
			n
			P
			T
			= 1.56
			25
			n
			C
			' = 0.31
			25
			n
			N
			t = 140
			h

n = 2 buah

V.24. Pellet Dryer (B-240)

Tabel V.24 Spesifikasi Alat *Pellet Dryer* (B-240)

Nam a Alat	=	Pellet Dryer (B- 240)
F u n g s i	=	Mengeringkan pellet HDPE
T y p e	=	Rotary dryer
Kap asita s	=	29333.231 kg/ja m
Dia mete r	=	2.500 m
Panj ang	=	13.789 m
Tebal Plate	=	0.1447 i 34 n
Sudut Rotary	=	1 1 °
Time of passes	=	24.45 menit
Jumlah flight	=	15 buah
H ar	=	\$315,276. 40

g a		
J u m l a h	=	1
D a y a	=	50.0 kW

V.25. Water Pump (L-242)

Tabel V.25 Spesifikasi Alat *Water Pump* (L-242)

Spesifikasi	:	Water Pump (L-242)	
Fungsi	:	Memompa air dari Pellet Dryer ke Pellet Chamber	
Type	:	Centrifugal pump	
Baha n konstr uksi	:	Commercial steel	
Kapasitas	:	28979.01	kg/jam
Daya pompa	:	2	hp
Harga	:	\$33,8 86.40	
Jumlah	:	1	buah

V.26. Water Cooler (E-243)

Tabel V.26 Spesifikasi Alat *Water Cooler* (E-243)

Water Cooler (E-243)	
Nama Alat	: <i>Water Cooler</i>

Kode : E-243
 Fungsi : Menurunkan temperatur air untuk dikembalikan ke Pelletizer
 Tipe : *Shell and Tube Heat Exchanger*
 Bahan Konstruksi : *Carbon steel, A179*
 Kapasitas : 28688. kg/jan
 Harga : 585 \$60,796.
 Jumlah : 19 buah

Bagian Shell

ID = 21. in
 = 3 in
 n = 2 buah
 B = 4 in
 d = 0.73 in

Bagian Tube

OD = 0.75 in
 L = 12 in
 ID = 0.48 in
 a = 0.18 in
 ' = 2 in
 a , ' = 0.19 in
 , = 63 in
 P
 T = 1 in

C	$= 0.25$	i
N	$= 302$	n
n	$= 4$	ua
		h

V.27. Pellet Classifier (H-250)

Tabel V.27 Spesifikasi Alat *Pellet Classifier* (H-250)

Spesifikasi	:	Pellet Classifier (H-250)	
Material	:	Carbon Steel	
Harga	:	\$421,475.93	
Jumlah	:	1	
Tipe	:	Electrically vibrated screen	
Ukuran screen	:	10	mesh
Kapasitas	:	5	ton
			ft ² luas. mm.lubang.24 jam
Power	:	10	hp

V.28. Silo (F-260)

Tabel V.28 Spesifikasi Alat *Silo* (F-260)

Spesifikasi	Keterangan
Nama alat	Salt Silo (F-260)
Fungsi	Tempat penyimpanan pellet
Bentuk Tangki	Persegi panjang dengan tutup bawah limas
Bahan Konstruksi	Type 316, grade M(SA-240)

Kapasitas (kg/ jam)	29043
Volume (ft3)	1400
Tinggi (ft)	23
Lebar (ft)	8
Panjang (ft)	8
Tebal (in)	2
Harga	\$67,219.10
Jumlah (Unit)	1

V.29. Catalyst Tank (F-311)

Tabel V.29 Spesifikasi Alat *Catalyst Tank* (F-311)

Spesifikasi	:	Catalyst Tank (F-311)			
Material	:	Carbon Steel SA - 212 Grade A			
Harga	:	\$9,080.67			
Jumlah	:	1	unit		
Fungsi	:	Sebagai tempat penyimpanan katalis sebelum memasuki reaktor.			
Tipe	:	Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk Dished Head dan tutup bawah berbentuk Conical.			
Jenis Sambungan	:	Double welded butt joints			
OD	:	23.1220	in	=	0.5873 m
ID	:	22.2470	in	=	0.5651 m
Tinggi sheel	:	33.3705	in	=	0.8476 m
Tebal Sheel	:	7/16	in	=	0.0111 m
Tebal tutup atas	:	3/8	in	=	0.0095 m

Straight flange (sf)	:	1.5	in	=	0.0381	m
Tinggi tutup atas	:	5.5369	in	=	0.1406	m
Tebal tutup bawah	:	5/16	in	=	0.0079	m
Sudut tutup bawah	:	60	°			
Tinggi tutup bawah	:	19.2783	in	=	0.4897	m
Tinggi tangki total	:	58.1857	in	=	1.4779	m

V.30. Cycle Gas Compressor (G-312)

Tabel V.30 Spesifikasi Alat *Cycle Gas Compressor* (G-312)

Spesifikasi	Keterangan
Kode	G-312
Type	Centrifugal Compressor
Fungsi	Menaikkan tekanan cycle gas dari 26 bar menjadi 29 bar
Harga	\$66,997.62
Jumlah stage	1
Bahan	Carbon Steel
Kondisi operasi :	Psuction : 2 kP 6 a Tsuction = 154 °C
	Pdischarge : 2 kP 9 a Tdischarge = 163 °C .8
Kapasitas (Kg/jam)	610182.632
r	1.115384615
Efisiensi	0.75221

V.31. Cycle Gas Cooler (E-313)

Tabel V.31 Spesifikasi Alat *Cycle Gas Cooler* (E-313)

C. 31 Spesifikasi Alat <i>Cycle Gas Cooler</i> (E-313)	
Nama	: <i>Cycle Gas</i>
Alat	: <i>Cooler</i>

Kode	:	E-313		
Fungsi	:	Tempat melepas panas hasil di dalam reaktor yang dibawa cycle gas kemudian masuk kembali ke reaktor		
Type	:	<i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>		
Bahan Konstruksi	:	<i>Carbon steel, A516</i>		
Kapasitas	:	152545.6 kg/jam		
Harga	:	\$286,594		
Jumlah	:	4 buah		
		Bagian Shell		Bagian Tube
		I D = 3.0 in		OD = 1.5 in
		n = 1 buah		L = 12 in
		B = 6 in		ID = 1.4 in
		d = 1.0 in		a' = 1.54 in
		8		a' = 0.39 in
				, = 25 in

P	1.87	i
T	5	n
=		
C	0.37	i
' =	5	n
N		bua
t =	246	h
n =	2	bua
		h

V.32. Fluidized Bed Reactor (R-310)

Tabel V.32 Spesifikasi Alat *Fluidized Bed Reactor* (R-310)

Spesifikasi	:	Fluidized Bed Reactor (R-310)				
Material	:	SA - 537 Cl -1				
Harga	:	\$989,90				
	:	3.66				
Jumlah	:	1	unit			
Fungsi	:	Tempat terjadinya reaksi polimerisasi pembentukan polyethylene				
Tipe	:	Fluidized Bed Reactor				
Jenis Sambungan	:	Double welded butt joints				
OD shell	:	102	in	=	2.5908	m
ID shell	:	97	in	=	2.4576	m
Tinggi shell	:	603.186	in	=	15.3209	m
Tebal Shell	:	1/2	in	=	0.0127	m

Tebal tutup atas	:	5/8	in	=	0.0159	m	
Straight flange (sf)	:	2	in	=	0.0508	m	
Sudut conical atas	:	25	°				
Tebal conical atas	:	7/16	in	=	0.0111	m	
Tinggi conical	:	109.167	5	in	=	2.7729	m
Tinggi tutup atas + C	:	140.418	4	in	=	3.5666	m
Tebal tutup bawah	:	2/4	in	=	0.0127	m	
Tinggi tutup bawah	:	97.1773	in	=	2.4683	m	
Tinggi reaktor total	:	949.949	3	in	=	24.1287	m

V.33. Product Purge Bin (R-320)

Tabel V.33 Spesifikasi Alat *Product Purge Bin* (R-320)

Spesifikasi	:	Product Purge Bin (R-320)				
Material	:	SA-516 Grade - 60				
Harga	:	\$465,43 9.66				
Jumlah	:	1	unit			
Fungsi	:	(1) Mengurangi kandungan comonomer maupun senyawa hidrokarbon lain yang ditransfer dari Reaktor. (2) Untuk menghidrolisa residu TEAL. (3) Untuk mendeaktivasikan katalis yang masih aktif.				
Tipe	:	Purge Bin				

Jenis Sambungan	:	Double welded butt joints				
OD1	:	126.000 0	in	=	3.2004	m
ID1	:	122.677 2	in	=	3.1160	m
Tinggi sheel 1	:	490.708 8	in	=	12.4640	m
Tebal Sheel 1	:	3/16	in	=	0.0048	m
Tebal tutup atas 1	:	1/4	in	=	0.0048	m
Straight flange (sf)	:	1.5	in	=	0.0381	m
Tinggi tutup atas 1	:	1/5	in	=	0.0048	m
Tebal conical	:	1/4	in	=	0.0048	m
Sudut conical	:	60	°			
Tinggi conical	:	35.4356	in	=	0.9001	m
Tinggi bagian 1	:	540.494 0	in	=	13.7285	m
OD2	:	84.0000	in	=	2.1336	m
ID2	:	81.7848	in	=	2.0773	m
Tinggi sheel 2	:	163.569 6	in	=	4.1547	m
Tebal Sheel 2	:	1/5	in	=	0.0048	m
Tebal conical	:	1/5	in	=	0.0048	m
Sudut conical	:	60	°			

Tinggi conical	:	70.8712	in	=	1.8001	m
Tinggi bagian 2	:	234.440	in	=	5.9548	m
Tinggi Total	:	774.934	in	=	19.6833	m

V.34. Mixer (M-330)

Tabel V.34 Spesifikasi Alat *Mixer* (M-330)

Spesifikasi	:	Mixer (M-330)	
Tipe	:	Single-Screw	
Jumlah	:	1	buah
Harga	:	\$258,688.33	
Bahan	:	Carbon Steel	
Panjang	:	7	m
Diameter Barrel	:	0.255	m
Diameter Luar	:	0.46	m
Kecepatan Putar Screw	:	80	rpm
Daya Total Screw	:	47.33588	kW

V.35. Pellet Chamber (F-334)

Tabel V.35 Spesifikasi Alat *Pellet Chamber* (F-334)

Spesifikasi	:	Pellet Chamber	
Material	:	Carbon Steel	
Harga	:	\$318,266.37	
Jumlah	:	1	buah
Luas Die Hole	:	0.000003	m ²
Laju Produksi Pellet	:	1109.7553	Pellet/s
Laju Cutter	:	100	rpm
Jumlah Die Hole	:	666	hole

V.36. Melt Pump (L-332)**Tabel V.36** Spesifikasi Alat *Melt Pump* (L-332)

Spesifikasi	:	Melt Pump (L-332)	
Tipe	:	Gear Pump	
Bahan konstruksi	:	Commercial steel	
Kapasitas	:	12226.8	kg/jam
Daya pompa	:	0.1	hp
Harga	:	\$4,540.33	
Jumlah	:	1	buah

V.37. Melt Screen (H-333)**Tabel V.37** Spesifikasi Alat *Melt Screen* (H-333)

Spesifikasi	:	Melt Screen (H-333)	
Tipe kawat	:	American Wire Gauge 19	
Material	:	Carbon steel	
Kapasitas	:	28.12	ton/jam
Bukaan screen	:	1	mm
Diameter kawat	:	0.911	mm
Luas screen	:	20.54	m ²
Harga	:	\$82,279.72	
Jumlah	:	1	buah

V.38. Blower (G-344)**Tabel V.38** Spesifikasi Alat *Blower* (G-344)

Spesifikasi	Keterangan
Nama alat	Blower (G-344)

Fungsi	Transportasi udara panas ke heater untuk keperluan rotary dryer
Tipe	Single Stage blower pressure
Kapasitas (ft ³ /menit)	6538
Power (kW)	4.8
Harga	\$55,81 2.89
Jumlah (Unit)	1

V.39. *Pre Heater Udara (E-345)*

Tabel V.39 Spesifikasi Alat *Pre Heater Udara (E-345)*

Spesifikasi Pre Heater Udara (E-345)	
Nama	: <i>Pre Heater</i>
Alat	: <i>Udara</i>
Kode	: E-328
Fungsi	: Memanaskan udara untuk kebutuhan pellet dryer
Type	: <i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon steel, A179</i>
Kapasitas	: 13038. kg/ja
Luas	: 509 m
Harga	: \$48,393.32
Jumlah	: 1 buah

Bagian Shell		Bagian Tube	
I	= 17.	OD	1.
D	= 3	=	2
s	n	=	5
n	= 1	L	16
,	b	=	i
	ua		n
	h	I	
B	= 1	D	1.11
	7	=	i
	n		n
d	= 0.	a	= 0.96
e	= 9	'	i
	1		n
	n	a	= 0.32
		'	i
		,	= 71
			n
		P	1.56
		T	25
		=	i
			n
		C	0.31
		'	= 25
			i
		N	bua
		t	= 69
			h
		n	= 2
			bua
			h

V.40. Pellet Dryer (B-340)

Tabel V.40 Spesifikasi Alat *Pellet Dryer* (B-340)

Nama Alat	= Pellet Dryer (B-340)
Fungsi	= Mengeringkan pellet HDPE
Type	= Rotary dryer
Kapasitas	= 16056.960 kg/jam
Diameter	= 2.000 m
Panjang	= 9.056 m

Tebal Shell	=	0.140787	in
Sudut Rotary	=	11	°
Time of passes	=	16.41	menit
Jumlah flight	=	10	buah
Harga	=	\$297,115.06	
Jumlah	=	1	
Power	=	32	kW

V.41. Water Pump (L-332)

Tabel V.41 Spesifikasi Alat *Water Pump* (L-332)

Spesifikasi	:	Water Pump (L-332)	
Fungsi	:	Memompa air dari pellet dryer ke pellet chamber	
Type	:	Centrifugal pump	
Bahan konstruksi	:	Commercial steel	
Kapasitas	:	12226.77	kg/jam
Daya pompa	:	1	hp
Harga	:	\$31,782.34	
Jumlah	:	1	buah

V.42. Water Cooler (E-343)

Tabel V.42 Spesifikasi Alat *Water Cooler* (E-343)

Tabel C.42 Water Cooler (E-343)			
Nama	:	<i>Cool</i>	
Alat	:	<i>er</i>	
Kode	:	E-	
e	:	343	
Fungsi	:	Menurunkan temperatur air hasil drying	
Type	:	<i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>	

Bahan : *Carbon steel*,
 Konstruksi : *A179*
 Kapasitas : 12067. kg/ja
 : 791 m
 Harga : \$52,601.
 : 44
 Jumlah : 1 bu
 ah : ah

Bagian Shell

I 1 i
 D = 7. n
 s 3 b
 n = 2 ua
 ' h
 B = 3 i
 n
 d 0. i
 e = 7. n
 3

Bagian Tube

OD 0. i
 = 7 n
 5
 L 1 i
 = 2 n
 I
 D 0.48 i
 = 2 n
 a = 0.18 i
 ' = 2 n
 a
 ' = 0.19 i
 , = 63 n
 P
 T 1 i
 = n
 C = 0.25 i
 ' n
 N buah
 t = 196 h
 n = 4 buah
 h

V.43. Pellet Classifier (H-350)**Tabel V.43** Spesifikasi Alat *Pellet Classifier* (H-350)

Spesifikasi	:	Pellet Classifier (H-350)	
Material	:	Carbon Steel	
Harga	:	\$255,809.09	
Jumlah	:	1	
Tipe	:	Electrically vibrated screen	
Ukuran screen	:	10	mesh
Kapasitas	:	5	ton
			ft ² luas. mm.lubang.24 jam
Power	:	6	hp

V.44. Silo (F-360)**Tabel V.44** Spesifikasi Alat *Silo* (F-360)

Spesifikasi	Keterangan
Nama alat	Silo HDPE (F-360)
Fungsi	Tempat penyimpanan sementara pellet
Bentuk Tangki	Persegi panjang dengan tutup bawah limas
Bahan Konstruksi	Type 316, grade M(SA-240)
Kapasitas (kg/ jam)	15898
Volume (ft ³)	770
Tinggi (ft)	19
Lebar (ft)	6
Panjang (ft)	6
Tebal (in)	2
Harga	\$49,500.72

Jumlah (Unit)	1
---------------	---

BAB VI

DAFTAR DAN HARGA PERALATAN

Analisa ekonomi merupakan salah satu parameter apakah suatu pabrik tersebut layak didirikan atau tidak. Untuk menentukan kelayakan suatu pabrik secara ekonomi, diperlukan perhitungan parameter analisa ekonomi. Parameter kelayakan tersebut antara lain POT (*Pay Out Time*), BEP (*Break Even Point*). Selain yang tersebut diatas, juga diperlukan analisa biaya yang diperlukan untuk beroperasi dan utilitas, jumlah dan gaji karyawan serta pengadaan lahan untuk pabrik.

VI.1 Peneglolaan Sumber Daya Manusia

VI.1.1 Bentuk Badan Perusahaan

Bentuk badan perusahaan dalam Pabrik LLDPE dan HDPE ini dipilih Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas merupakan suatu persekutuan yang menjalankan perusahaan dengan modal usaha yang terbagi beberapa saham, dimana tiap sekutu (disebut juga persero) turut mengambil bagian sebanyak satu atau lebih saham. Hal ini dipilih karena beberapa pertimbangan sebagai berikut:

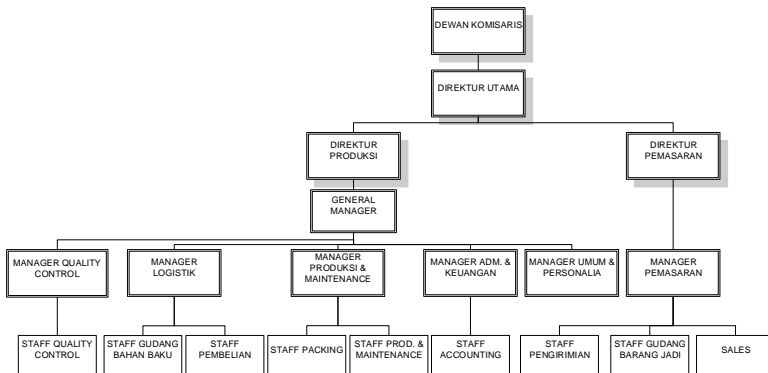
1. Modal perusahaan dapat lebih mudah diperoleh yaitu dari penjualan saham maupun dari pinjaman.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, karena segala sesuatu yang menyangkut kelancaran produksi ditangani oleh pemimpin perusahaan.
3. Kekayaan pemegang saham terpisah dari kekayaan perusahaan, sehingga kekayaan pemegang saham tidak menentukan modal perusahaan.

VI.1.2 Sistem Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi yang direncanakan dalam pra desain pabrik ini adalah garis dan staf, yang merupakan

kombinasi dari pengawasan secara langsung dan spesialisasi pengaturan dalam perusahaan. Alasan pemakaian sistem ini adalah:

- Biasa digunakan untuk organisasi yang cukup besar dengan produksi yang terus menerus
- Terdapat kesatuan pimpinan dan perintah, sehingga disiplin kerja lebih baik
- Masing-masing manager secara langsung bertanggung jawab atas aktivitas yang dilakukan untuk mencapai tujuan
- Pimpinan tertinggi dipegang oleh seorang direktur yang bertanggung jawab kepada dewan komisaris. Anggota dewan komisaris merupakan wakil-wakil dari pemegang saham dan dilengkapi dengan staf ahli yang bertugas memberikan nasihat dan saran kepada direktur.



Gambar VI.1 Struktur Organisasi

Pembagian kerja dalam organisasi ini adalah :

1. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris bertindak sebagai pemegang saham. Tugas Dewan Komisaris:

- Menunjuk Direktur Utama

- Mengawasi Direktur dan berusaha agar tindakan Direktur tidak merugikan perseroan.
- Menetapkan kebijaksanaan perusahaan.
- Mengadakan evaluasi/pengawasan tentang hasil yang diperoleh perusahaan.
- Memberikan nasehat kepada direktur bila direktur ingin mengadakan perubahan dalam perusahaan.

2. Direktur Utama

Direktur adalah pemegang kepengurusan dalam perusahaan dan merupakan pimpinan tertinggi dan penanggung jawab utama dalam perusahaan secara keseluruhan. Tugas Direktur Utama adalah :

- Menetapkan strategi perusahaan, merumuskan rencana-rencana dan cara melaksanakannya.
- Menetapkan sistem organisasi yang dianut dan menetapkan pembagian kerja, tugas dan tanggung jawab dalam perusahaan untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan.
- Mengevaluasi program kerja/rencana kerja yang telah ditetapkan.
- Mengadakan koordinasi yang tepat dari semua bagian.
- Memberikan instruksi dan kepada bawahannya untuk mengadakan tugas masing-masing.
- Mempertanggungjawabkan kepada Dewan Komisaris, segala pelaksanaan dari anggaran belanja dan pendapatan perusahaan.
- Menentukan kebijakan keuangan.
- Mengawasi jalannya perusahaan.

Selain tugas-tugas diatas, direktur berhak mewakili PT secara sah dan langsung disegala hal dan kejadian yang berhubungan dengan kepentingan perusahaan.

3. Direktur Produksi

Direktur bertanggung jawab ke Direktur Utama dalam pelaksanaan tugasnya dan membawahi secara langsung

General Manager baik yang berhubungan dengan personalia, pembelian, produksi maupun pengawasan produksi. Tugas Direktur Produksi :

- Membantu Direktur Utama dalam perencanaan produksi maupun dalam penelaahan kebijaksanaan pokok dalam bidang masing-masing.
- Mengawasi unit produksi melalui General Manager, dan bagian yang bersangkutan.
- Mengendalikan proses produksi, seperti mengadakan penggantian alat produksi.
- Menentukan kapasitas produksi baik menaikkan atau menurunkan kapasitas.

4. Direktur Pemasaran

Direktur Pemasaran bertanggung jawab kepada Direktur Utama. Tugas Direktur Pemasaran adalah:

- Memperkenalkan jenis produk yang dibuat oleh perusahaan melalui berbagai media yang dibuat oleh perusahaan.
- Membuat rencana pemasaran.
- Melakukan kontrak penjualan dengan konsumen serta meninjau penjualan dan membatalkan penjualan jika terjadi ketidaksesuaian dengan kontrak.
- Melaporkan segala kegiatan yang bersangkutan dengan pemasaran kepada Direktur Utama.
- Mengontrol laporan *stock* guna mencapai keseimbangan jumlah dari jenis LLDPE dan HDPE jadi yang disiapkan untuk dipasarkan.
- Memberikan tugas dan wewenang pada masing-masing bagian terkait.
- Mengadakan evaluasi kerja pada tiap bagian yang terkait mengenai pelaksanaan pekerja.
- Mengadakan evaluasi terhadap skill pekerja dalam lingkungan Departemen Pemasaran untuk meningkatkan intensitas pemasaran.

- Menetapkan harga produk.
5. General Manager
- General Manager bertanggungjawab kepada Direktur Produksi dan membawahi secara langsung Manager Quality Control (QC), Manager Logistik, Manager Produksi dan Maintenance, Manager Umum dan Personalia, serta Manager Administrasi dan Keuangan. Tugas General Manager adalah :
- Mengadakan pengawasan terhadap semua lini kegiatan.
 - Memberikan pengarahan kepada bawahan tentang tugas dan tanggung jawab masing-masing.
 - Mengadakan evaluasi secara berkala terhadap semua lini.
 - Mengadakan usulan kepada Direktur tentang peningkatan skill karyawan.
 - Mengadakan penilaian terhadap penanggung jawab semua lini.
6. Manager Quality Control (QC)
- Manager Quality Control membawahi staff quality control (QC). Tugas Manager Quality Control adalah :
- Menetapkan rencana mutu sesuai dengan standar yang berlaku.
 - Mengawasi pelaksanaan pengendalian mutu.
 - Mengkoordinasi program kalibrasi peralatan inspeksi, ukur, dan uji.
 - Memutuskan suatu produk siap untuk dikirim.
 - Mencatat semua hasil inspeksi dan pengujian bahan baku dalam dokumen.
7. Manager Logistik
- Manager Logistik membawahi staff gudang bahan baku dan staff pembelian. Manager Logistik bertugas memberikan perintah kerja dan mengawasi langsung semua kegiatan

yang berkaitan dengan pengadaan bahan baku tambahan sesuai standar dan penyerahannya ke bagian produksi serta kegiatan penyimpanan bahan baku tambahan tersebut.

8. Manager Produksi & Maintenance

Manager Produksi & Maintenance membawahi staff Packing dan staff production & maintenance. Tugas manager Produksi & Maintenance adalah :

- Mengawasi pelaksanaan proses produksi.
- Memberikan tugas dan wewenang pada masing-masing bagian yangterkait.
- Membuat laporan hasil produksi dan kesiapan mesin secara berkala.
- Mengevaluasisetiap bagian mengenai hasil pekerjaan, skill pekerja serta peningkatannya.
- Mengatur jadwal perbaikan / perawatan mesin produksi.
- Menyiapkan bahan yang dibutuhkan untuk proses pengemasan (plastic,lem, karton, benang jahit untuk karung, dsb)
- Mengevaluasi mutu dan jumlah hasil packing yang dikerjakan bawahan.

9. Manager Umum & Personalia

Manager Umum & Personalia berhubungan dengan karyawan-karyawan tidak tetap seperti Satuan Pengaman (Satpam). Tugas Manager Umum & Personalia adalah :

- Mengadakan pengecekan rekapan gaji atau upah untuk karyawan.
- Mengadakan pengecekan absensi dan lembur untuk karyawan.
- Mengadakan koordinasi dengan bagian produksi dalam hal meningkatkan kemampuan kerja dan disiplin kerja setiap karyawan.

- Melakukan teguran atau peringatan terhadap karyawan yang melakukan pelanggaran.
- Melakukan pengecekan, pemeriksaan, atau perawatan secara periodik terhadap ruang kantor, ruang produksi, atau ruang kerja dalam hal kebersihan, kerapian, dan lain sebagainya.

10. Manager Administrasi & Keuangan

Manager Administrasi & Keuangan membawahi staff Accounting. Tugas Manager Administrasi & Keuangan adalah :

- Memeriksa laporan keuangan pabrik.
- Membuat laporan kas barang-barang yang ada di perusahaan secara periodik.
- Memeriksa laporan kas pabrik, apakah sudah sesuai dengan buktibukti yang sudah ada.
- Membukukan laporan sesuai dengan pos-pos masing-masing departemen.

11. Manager Pemasaran

Manager Pemasaran membawahi staff pengiriman, staff gudang barang jadi dan sales. Tugas dari Manager Pemasaran adalah :

- Mengontrol laporan stok LLDPE dan HDPE jadi supaya terjadi keseimbangan jumlah dari jenis LLDPE dan HDPE jadi yang disiapkan untuk dipasarkan.
- Memberikan tugas dan wewenang pada masing-masing bagian terkait.
- Mengadakan evaluasi kerja pada tiap bagian yang terkait mengenai pelaksanaan pekerja.
- Mengadakan evaluasi terhadap skill pekerja dalam lingkungan Departemen Pemasaran untuk meningkatkan intensitas pemasaran.

VI.1.3 Perincian Jumlah Tenaga Kerja

Jumlah karyawan yang dibutuhkan untuk proses produksi LLDPE dan HDPE diuraikan sebagai berikut :

1. Penentuan Jumlah Karyawan Operasional

Jumlah karyawan operasional yang dibutuhkan untuk proses produksi LLDPE dan HDPE sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi} &= 355,913 \text{ ton/tahun} \\ &= 1078,58 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

Berdasarkan *figure 6-8 Timmerhaus*, hal 198 untuk *average condition*, maka diperoleh 92 karyawan.jam/unit proses/hari sehingga untuk 3 tahapan proses jumlah karyawan yang dibutuhkan sebanyak 276 karyawan.jam/hari.

Maka dapat ditetapkan jumlah karyawan sebanyak

$$\begin{aligned} &= 92 \quad \times \quad 3 \quad \text{unit} \\ &= 276 \quad \text{karyawan.jam/h} \quad \text{proses} \\ &= \frac{276}{\text{karyawan.jam}} \quad \times \quad \frac{1 \text{ hari}}{8 \text{ jam}} \quad \times \quad \frac{4 \text{ regu}}{3 \text{ shift/hari}} \\ &= \quad \quad \quad \mathbf{46 \text{ Karyawan}} \end{aligned}$$

Tabel VI.1 Daftar Kebutuhan Pekerja Pabrik LLDPE dan HDPE

No.	Jabatan	Gaji / bulan	Jumlah
		(Rp)	
1	Dewan Komisaris	50.000.000	5
2	Direktur Utama	30.000.000	1
3	Dewan Direksi		
	a. Direktur Produksi	25.000.000	1

	b. Direktur Pemasaran	25.000.000	1
4.	General <i>Manager</i>	15.000.000	1
5.	<i>Manager</i>		
	a. <i>Quality Control</i>	12.500.000	1
	b. <i>Logistic</i>	12.500.000	1
	c. <i>Produksi & Maintenance</i>	12.500.000	1
	d. <i>ADM & Keuangan</i>	12.500.000	1
	e. <i>Umum & Personalia</i>	12.500.000	1
	f. <i>Pemasaran</i>	12.500.000	1
6.	Karyawan		
	a. <i>Quality Control</i>	4.000.000	8
	b. <i>Gudang Bahan Baku</i>	4.000.000	4
	c. <i>Pembelian</i>	4.000.000	4
	d. <i>Packing</i>	4.000.000	4
	e. <i>Prod & Maintenance</i>	4.000.000	10
	f. <i>Accounting</i>	4.000.000	4
	g. <i>Pengiriman</i>	4.000.000	4
	h. <i>Gudang Barang Jadi</i>	4.000.000	4
	i. <i>Penjualan</i>	4.000.000	4
Total Karyawan			46
7.	Dokter	7.000.000	3
8.	Perawat	4.500.000	6
9.	Sekuriti	3.200.000	9
10.	Supir	3.000.000	6
11.	<i>Cleaning service</i>	2.800.000	12
Total			97

Pabrik ini menggunakan basis 330 hari kerja pertahun dengan waktu 24 jam kerja perhari. Dengan pekerjaan yang membutuhkan pengawasan terus menerus selama 24 jam, maka dilakukan sistem *shift* karyawan dan sistem *day shift* karyawan.

a. Karyawan *Day Shift*

Karyawan ini tidak berhubungan langsung dengan proses produksi. Yang termasuk karyawan *day shift* adalah karyawan administrasi, sekretariat, perbekalan, gudang, dan lain-lain.

Jam kerja karyawan diatur sebagai berikut :

Senin – Jumat : 07.00 – 17.00

Jam Istirahat Karyawan diatur sebagai berikut :

Senin – Kamis : 12.00 – 13.00

Jum'at : 11.0 – 13.00

Untuk hari Sabtu, Minggu dan hari besar merupakan hari libur.

b. Karyawan *Shift*

Karyawan *shift* berhubungan langsung dengan proses produksi. Yang termasuk karyawan *shift* adalah pekerja *supervisor*, *operator* dan *security*. *Shift* direncanakan dilakukan tiga kali perhari setiap 8 jam. Distribusinya diatur sebagai berikut :

Shift I : 07.00 - 15.00

Shift II : 15.00 - 23.00

Shift III: 23.00 – 07.00

Penggantian shift dilakukan sesuai aturan *International Labour Organization* yaitu sistem *metropolitan rota* atau biasa disebut 2-2-2 (dalam 1 minggu dilakukan 2 hari shift malam, 2 hari shift pagi, 2 hari shift siang, 1 hari libur), sehingga untuk 3 shift dibutuhkan 4 regu dengan 1 regu libur. Sistem ini dapat ditabelkan sebagai berikut :

Tabel VI.2 Jadwal Shift dengan Sistem 2-2-2

Hari	1	2	3	4	5	6	7
Shift							

I	A	D	C	B	A	D	C
II	B	A	D	C	B	A	D
III	C	B	A	D	C	B	A
Libur	D	C	B	A	D	C	B

VI.1.4 Status Karyawan dan Pengupahan

a. Karyawan Tetap

Karyawan tetap adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan berdasarkan kedudukan, keahlian dan masa kerja.

b. Karyawan Harian

Karyawan yang diangkat dan diberhentikan oleh direksi tanpa SK dari direksi dan mendapat upah harian yang dibayar setiap akhir pekan.

c. Pekerja Borongan

Pekerja borongan adalah tenaga yang diperlukan oleh pabrik bila diperlukan pada saat tertentu saja, misalnya : tenaga shut down, bongkar muat bahan baku. Pekerja borongan menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan tertentu.

VI.2 Utilitas

Utilitas merupakan sarana penunjang suatu industri, karena utilitas merupakan penunjang proses utama dan memegang peranan penting dalam pelaksanaan operasi dan proses. Sarana utilitas pada Pabrik ini meliputi :

1. Air

Air pada pabrik ini berfungsi sebagai sanitasi dan air proses.

2. Steam

Steam digunakan untuk keperluan pemanas preheater dan media yang mendeaktivasi katalis.

3. Listrik

Berfungsi sebagai tenaga penggerak dari peralatan proses maupun penerangan. Kebutuhan listrik untuk proses pabrik ini berasal dari kebutuhan listrik peralatan (kompresor, pompa). Pemenuhan kebutuhan listrik melalui penyedia listrik PLN Cilegon.

4. Bahan bakar

Pada pabrik LLDPE dan HDPE ini menggunakan bahan bakar digunakan untuk keperluan operasi seperti Boiler.

5. Penanganan limbah

Penanganan limbah digunakan untuk mencegah dan menanggulangi pencemaran di dalam dan sekitar pabrik.

Maka untuk memenuhi kebutuhan utilitas pabrik diatas, diperlukan unit-unit sebagai penghasil sarana utilitas, yaitu :

VI.2.1 Unit Pengolahan Air

Kebutuhan air untuk pabrik diambil dari air laut, dimana sebelum digunakan air laut perlu diolah lebih dulu, agar tidak mengandung zat-zat pengotor, dan zat-zat lainnya yang tidak layak untuk kelancaran operasi. Air pada pabrik LLDPE dan HDPE ini digunakan untuk kepentingan :

- Air sanitasi, meliputi air untuk laboratorium dan karyawan. Air sanitasi digunakan untuk keperluan para karyawan dilingkungan pabrik. Penggunaannya antara lain untuk konsumsi, mencuci, mandi, memasak, laboratorium, perkantoran dan lain-lain. Untuk unit penghasil air sanitasi diperlukan peralatan sebagai berikut : pompa air sungai, bak pra sedimentasi, bak koagulasi, dan flokulasi, tangki tawas, tangki $\text{Ca}(\text{OH})_2$, bak pengendap, bak penampung, pompa *sand filter*, tangki sand filter, bak penampung air bersih, bak penampung air sanitasi, tangki desinfektan, dan pompa air untuk sanitasi. Adapun syarat air sanitasi, meliputi :
 - a. Syarat fisik :
 - Suhu di bawah suhu udara
 - Warna jernih

- Tidak berasa
- Tidak berbau
- Kekeruhan SiO₂ tidak lebih dari 1 mg / liter
- b. Syarat kimia :
 - pH = 6,5 - 8,5
 - Tidak mengandung zat terlarut yang berupa zat organik dan anorganik seperti PO₄, Hg, Cu dan sebagainya
- c. Syarat bakteriologi :
 - Tidak mengandung kuman atau bakteri, terutama bakteri patogen
 - Bakteri E. coli kurang dari 1/ 100 ml

VI.2.2 Unit Penyediaan Steam

Steam dihasilkan dari proses pemanasan air melalui boiler. Kebutuhan steam digunakan sebagai pemanas di preheater dan media yang men-deaktivasi katalis.

VI.2.3 Unit Pembangkit Tenaga Listrik

Kebutuhan listrik yang diperlukan untuk pabrik LLDPE dan HDPE ini diambil dari PLN dan generator sebagai penghasil tenaga listrik, dengan distribusi sebagai berikut:

- Untuk proses produksi diambil dari PLN dan generator jika sewaktu-waktu ada gangguan listrik dari PLN.
- Untuk penerangan pabrik dan kantor, diambil dari generator.

VI.2.4 Unit Bahan Bakar

Unit ini bertugas untuk menyediakan bahan bakar baik untuk boiler serta alat – alat yang membutuhkan bahan bakar lainnya. Bahan bakar yang digunakan yaitu batu bara dan bahan bakar minyak.

VI.2.5 Unit Penanganan Limbah

Bagian ini mempunyai tugas antara lain mencegah dan menanggulangi pencemaran di dalam dan di sekitar area pabrik. Pengelolaan dan pemantauan kualitas lingkungan sesuai dengan

standar dan ketentuan perundangan yang berlaku. Pengelolaan bahan berbahaya dan beracun, mencakup: pengangkutan, penyimpanan, pengoperasian, dan pemusnahan. Pengelolaan *house keeping* dan penghijauan di dalam dan sekitar area pabrik.

VI.3 Analisa Ekonomi

Analisa ekonomi dimaksudkan untuk dapat mengetahui apakah suatu pabrik yang direncanakan layak didirikan atau tidak. Oleh karena itu pada Pra Desain Pabrik LLDPE dan HDPE dari *ethylene* ini dilakukan evaluasi atau studi kelayakan dan penilaian investasi.

Faktor-faktor yang perlu ditinjau untuk memutuskan hal ini adalah :

1. Laju Pengembalian Modal (*Internal Rate of Return / IRR*)
2. Waktu Pengembalian Modal Minimum (*Pay Out Time / POT*)
3. Titik Impas (*Break Even Point / BEP*)

VI.3.1 Analisa Keuangan

Analisa keuangan yang digunakan pada pabrik ini adalah dengan menggunakan metode *discounted cash flow*. Analisa keuangan untuk pabrik ini terdiri dari perhitungan biaya produksi dan aliran kas /kinerja keuangan. Detail perhitungan dapat dilihat pada appendix D. Berikut ini adalah ketentuan maupun parameter yang digunakan untuk perhitungan ekonomi.

Tabel VI.3 Parameter Perhitungan Ekonomi

PARAMETER	Nilai	Keterangan
Investasi Total	2.050.694.962.94 3	Rupiah
Pajak pendapatan	30%	/tahun
Inflasi	2,72%	/tahun
Depresiasi	10%	/tahun
IRR	20,7%	/tahun

Nama Produk	Harga (Rp)	Keterangan
LLDPE	6.243.914	/ton
HDPE	6.216.002	/ton
OPERASI		
LLDPE	230.019	ton/tahun
HDPE	125.900	ton/tahun
Hari Operasi	330	Hari
Modal Sendiri (60 %)	1.230.416.977.76 6	Rupiah
Modal Pinjam (40 %)	820.277.985.177	Rupiah

VI.3.2 Analisa Laju Pengembalian Modal (*Internal Rate of Return / IRR*)

Dari hasil perhitungan pada Appendiks D, didapatkan harga $i = 20,7\%$. Harga i yang diperoleh lebih besar dari harga i untuk bunga pinjaman yaitu $9,95\%$ per tahun. Dengan harga $i = 20,7\%$ yang didapatkan dari perhitungan menunjukkan bahwa pabrik ini layak didirikan dengan kondisi tingkat bunga pinjaman $9,95\%$ per tahun.

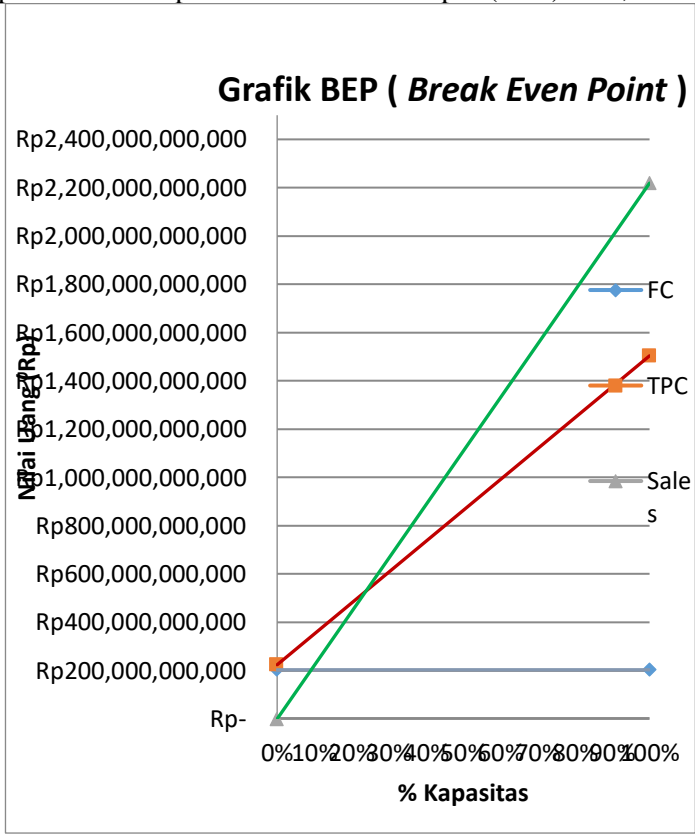
VI.3.3 Analisa Waktu Pengembalian Modal (*Payout Period / POP*)

Dari perhitungan yang dilakukan pada Appendiks D didapatkan bahwa waktu pengembalian modal adalah 8,9 tahun dengan perkiraan usia pabrik 10 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan karena POT yang didapatkan lebih kecil dari perkiraan usia pabrik.

VI.3.4 Analisa Titik Impas (*Break Even Point / BEP*)

Analisa titik impas digunakan untuk mengetahui besarnya kapasitas produksi dimana biaya produksi total sama dengan hasil penjualan. Biaya tetap (FC) dan Biaya variabel (VC), Biaya semi variabel (SVC) dan biaya tetap tidak dipengaruhi oleh

kapasitas produksi. Dari perhitungan yang dilakukan pada Appendix D didapatkan bahwa Titik Impas (BEP) = 23,86%.



Gambar VI.3 Grafik *Break Even Point*

BAB VII KESIMPULAN

Dari evaluasi secara teknis, pabrik ini sudah memenuhi syarat untuk dilanjutkan ke tingkat perencanaan. Dari segi ekonomi, pendirian pabrik *Linier Low Density Polyethylene* (LLDPE) dan *High Density Polyethylene* (HDPE) ini bisa dilakukan dengan pertimbangan dan kajian yang lebih detail dan teliti. Secara singkat, evaluasi tersebut dapat disajikan sebagai berikut :

1. Perencanaan Operasi:
Kontinyu, 24 jam/hari, 330 hari/tahun
2. Kapasitas produksi
(LLDPE) : 230,019 KTPA
(HDPE) : 125,900 KTPA
3. Kebutuhan bahan Baku
 - a. Ethylene: 359738 MT/tahun
 - b. Hidrogen: 74922 m³/tahun
 - c. Nitrogen: 1861438 m³/tahun
 - d. 1-Butene: 171458 kg/tahun
 - e. TiCl₄: 45,8 Ton/tahun
 - f. TEAL: 980,115 Ton/tahun
4. Lokasi pabrik : Cilegon, Banten
5. Jumlah tenaga kerja : 97 orang
6. Umur pabrik : 10 tahun
7. Analisa Ekonomi :
 - a. Pembiayaan
Modal Tetap (FCI): Rp 1.640.555.970.354
Modal Kerja (WCI): Rp 410.138.992.589
Investasi Total (TCI): Rp 2.050.694.962.943
Harga Bahan Baku (per tahun): Rp 1.087.669.771.305
Total Penjualan (per tahun): Rp 2.218.888.240.562
 - b. Investasi
Internal Rate of Return: 20,7 %

Pay Out Time: 8,9 tahun

Break Event Point: 23,86 %

Ditinjau dari kedua aspek yang telah dijabarkan di atas, maka pra perencanaan pabrik *Linear Low Density Polyethylene* (LLDPE) dan *High Density Polyethylene* (HDPE) dari *Ethylene* ini layak untuk dilanjutkan ke tahap perencanaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2019. Tabel Dinamis Subjek Ekspor-Import. <https://www.bps.go.id/subject/8/ekspor-import.html#subjekViewTab6>. Diakses pada tanggal 02 Oktober 2019, pukul 20.00 WIB.
- Bank Indonesia, Administrator. 2019. *Stabilitas Sistem keuangan*. <http://www.bi.go.id/id/moneter/inflasi/data/Default.aspx>. Diakses pada tanggal, 05 Januari 2020, pukul 17.00 WIB.
- Brown, G.G. 1950 *Unit Operation*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Brownell, L.E. dan Young, E.H. 1959. *Process Equipment Design Vessel Design*. New Delhi: Wiley Eastern Limited.
- Coulson, JM, and Richardson, JF, "Chemical Engineering", Volume 6, John Willey and Sons, Inc., 1957.
- D. Gandy. 2007. *Carbon Steel Handbook*. Electric Power Research Institute : California.
- Gas Processor Supplier Associations. 2004. *Engineering Data Book*. Gas Processor Supplier Associations : Oklahoma.
- Geankoplis, Christie J. 2003. *Transport Processes and Separation Process Principles. United States of America*: Prentice Hall
- Himmelblau, D.M. 1989. *Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering*. Texas: Prentice-Hall International, Inc.
- John J. Mc Ketta J.J. dan Cunningham, W. A. 1977. *Encyclopedia of Chemical Processing and Design: Volume 14*. New York: Marcel Decker inc.
- Kern, D.Q. 1965. *Process Heat Transfer*. Tokyo: McGraw-Hill.
- Kirk, R.E. dan Othmer, D.F. 2004. *Encyclopedia of Chemical Technology Volume 17(4th Edition)*. New York: Wiley and Sons. Inc.
- Kunii, Daizo and Octave Levenspiel. 1991. *Fluidization Engineering*. USA : Butterworth-Heinemann.
- Kusnarjo. 2010. *Desain Alat Penukar Panas*. Surabaya : ITSpress.
- Kusnarjo. 2010. *Desain Bejana Bertekanan*. Surabaya : ITSpress.

- Levenspiel, O. 1972. *Chemical Reaction Engineering, 2nd Edition*. Toronto: Jhon Wiley and Sons, Inc.
- Ludwig.E.Ernest.1947. *Applied Process Design For Chemical and Petrochemical Plants*. Houston-Texas: Gull Publising.
- Matche. Equipment Cost. [http:// www.matche.com](http://www.matche.com). Diakses pada tanggal 05 Januari 2020, pukul 18.00 WIB.
- McCabe, Warren L. 1994. *Unit Operation of Chemical Engineering 5ed Edition*. Singapore: Mc Graw Hill International Book Co.
- Nurdiansyah. 2013. Aplikasi *High Density Polyethylene*. Jakarta. Jurnal Buana Informatika
https://www.researchgate.net/publication/328589629_Impl emantasi_Differential Evolution_untuk_Optimasi_Jadwal_Produksi
- Peters, M.S, dkk. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*. New York: Mc Graw Hill.
- Perry R.H. 2008. *Perry's Chemical Engineers' Handbook 8th Edition*. United States of America: McGraw-Hill.
- PT Chandra Asri Petrochemical, tbk. 1995. *Unipol LLDPE*. Tokyo: Toyo Engineering Corporation.
- Smith, R. 2005. *Chemical Process Design and Integration*. Spanyol: John Wiley & Sons, Ltd.
- Ulman's. 1986. *Encyclopedia of Industrial Chemistry Volume 6A*. New York: Weinhem.
- Ulrich, G.D. 1984. *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics. United States of America: John Wiley & Sons, Ltd.*
- Van Ness, S. 2001. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*. Singapore : Mc Graw Hill.
- V.A. Zakharov. 2004. Recent Data On The Number of Active Centers and Propagation Rate Constant in Olefin Polymerization With Supported ZN Catalyst. Boreskov Institute of Catalysis : Russia

Virgil W. Ware. 1944. *Removal Of Oxygen From Normally Gaseous Olefins*. Pont De Nemours & Company : United States of America

Yaws.1979.*Termodinamics and Psychal Properties Data*.Singapore:McGraw-Hill-BookCo.

