



**PRARANCANG PABRIK KIMIA LLDPE (*LINEAR  
LOW DENSITY POLYETHYLENE*) DENGAN PROSES  
FLUIDISASI KAPASITAS 200.000 TON/TAHUN**

**Skripsi**

**diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana  
Teknik Program Studi Teknik Kimia**

**Oleh**

**Reki Wicaksono**

**NIM. 5213415056**

**TEKNIK KIMIA  
JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2019**

**PERSETUJUAN PEMBIMBING**

Nama : Reki Wicaksono  
NIM : 5213415056  
Program Studi : S-1 Teknik Kimia  
Judul Skripsi : Prarancang Pabrik Kimia LLDPE (*Linear Low Density Polyethylene*) Dengan Proses Fluidisasi Kapasitas 200.000 Ton/Tahun

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke panitia skripsi Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 19 Juli 2019

Pembimbing,



Radenrara Dewi Artanti putri, S.T.,M.T.

NIP. 198711192014042002

## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi dengan judul Prarancang Pabrik Kimia LLDPE (*Linear Low Density Polyethylene*) Dengan Proses Fluidisasi Kapasitas 200.000 Ton/Tahun telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada tanggal 05 Agustus 2019

Oleh

Nama : Reki Wicaksono

NIM. 5213415056

Program Studi : S-1 Teknik Kimia

Panitia

Ketua Panitia



Dr. Wara Dyah Pita Rengga, S.T.,M.T.

NIP.197405191999032001

Sekretaris



Dr. Megawati, S.T.,M.T.

NIP.197211062006042001

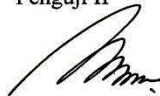
Penguji I



Dr. Megawati, S.T., M.T.

NIP. 197211062006042001

Penguji II



Bayu Triwibowo, S.T., M.T.

NIP 198811222014041001

Pembimbing



Radenrara Dewi A P, S.T., M.T.

NIP 198711192014042002

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik

Universitas Negeri Semarang



Nur Qadus, M.T. IPM.

NIP. 196911301994031001

### **PERNYATAAN KEASLIAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka .
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Semarang, 19 Juli 2019

Yang membuat pernyataan,



Reki Wicaksono

NIM. 5213415056

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO**

*“Kabeh ono wayahe”*

### **PERSEMBAHAN**

1. Tuhan Yang Maha Esa.
2. Ibu dan Bapak
3. Kakak dan Adik
4. Saudaraku
5. Dosen-dosenku.
6. Sahabat-sahabatku.
7. Almamaterku

## ABSTRAK

**Wicaksono, Reki.** 2019. “*Prarancang Pabrik Kimia Lldpe (Linear Low Density Polyethylene) Dengan Proses Fluidisasi Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*”. Skripsi. Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

Pembimbing Radenrara Dewi Artanti putri, S.T.,M.T.

Prarancang pabrik Low Linier Density Polyethylene dengan kapasitas 200.000 ton/tahun dengan proses polimerisasi fase gas, menggunakan katalis Ziegler natta dan kokatalis TEAL. Dengan reaksi utama terjadi didalam fluidishbed reactor pada temperature 86°C dan tekanan 22 barg. LLDPE merupakan jenis polietilena yang sering digunakan sebagai bahan baku berbagai macam pengemasan, mulai dari plastik untuk produk makanan sampai plastik tebal untuk beban berat dan sebagai isolator. Berdasarkan hasil analisis kelayakan ekonomi, didapatkan nilai POS (Profit on Sale) sebesar 9,77% , ROI (Return on Investment) sebesar 121,83% , POT (Pay Out Time) sebesar 0,8 tahun , BEP (Break Event Point) sebesar 68,12% , SDP (Shut Down Point) sebesar 27,55% dan DCF (Discount Cash Flow) sebesar 16,36%. Dalam keadaan fluktuasi harga, pabrik dapat dijalankan secara normal pada kisaran kenaikan harga bahan baku + 20% dan penurunan harga produk -20% dari dasar harga dan itu lebih baik daripada kondisi pasar Asia Tenggara. Dari hasil perhitungan, dapat disimpulkan bahwa pabrik LLDPE ini layak untuk didirikan di Indonesia

**Kata kunci:** . Industri, LLDPE, Ekonomi, Profit

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Prarancang Pabrik Kimia Lldpe (*Linear Low Density Polyethylene*) Dengan Proses Fluidisasi Kapasitas 200.000 Ton/Tahun”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih serta penghargaan kepada:

1. Dr. Nur Qudus, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Wara Dyah Pita Rengga, S.T, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia
3. Radenrara Dewi Artanti putri, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah berkenan meluangkan waktunya serta penuh kesabaran memberikan bimbingan, motivasi, pengarahan dalam penyusunan skripsi.
4. Dr. Megawati, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji I yang telah memberikan masukan dan pengarahan dalam penyempurnaan skripsi ini.
5. Bayu Triwibowo, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan masukan dan pengarahan dalam penyempurnaan skripsi ini.
6. Ibu dan keluarga yang telah memberikan perhatian dan dukungannya.
7. Teman-teman angkatan 2015 dan semua pihak yang telah memberi bantuan untuk karya tulis ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk perkembangan ilmu pengetahuan maupun industri di masyarakat.

Semarang, Juli 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	v
ABSTRAK .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	3
1.3 Pembatasan Masalah .....	4
1.4 Rumusan Masalah .....	4
1.5 Tujuan Penelitian .....	5
1.6 Manfaat Penelitian .....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Proses Produksi Polietilena .....	7
2.2 <i>Catalyst Injection Unit</i> .....	7
2.3 <i>Polymerisation Unit (PU)</i> .....	8
2.4 <i>Degassing Unit</i> .....	8
2.5 <i>Pelletizing</i> .....	9
2.6 <i>Product Storage And Bagging Unit (PBU)</i> .....	9
2.7 Dasar Reaksi.....	10
2.8 <i>Percent Profit Sales (POS)</i> .....	12
2.9 <i>Break Event Point (BEP)</i> .....	12
2.10 <i>Shutdown Point (SDP)</i> Manfaat Penelitian.....	13
2.11 <i>Discounted Cash Flow-Rate of Return (DCF-ROR)</i> .....	14



BAB III METODE PENELITIAN.....	17
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan .....	17
3.2 Alat dan Bahan.....	17
3.3 Prosedur Kerja.....	17
3.4 Diagram Alir Penelitian .....	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	19
4.1 Perhitungan <i>Production Cost</i> .....	19
4.2 Analisa Kelayakan .....	20
4.3 <i>Capital Investment</i> .....	19
4.4 <i>Manufacturing Cost</i> .....	35
4.4 <i>General Expense</i> .....	43
BAB V PENUTUP.....	53
5.1 Kesimpulan .....	53
5.2 Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA .....	54

## DAFTAR TABEL

Tabel 7.1 <i>Physical Plant Cost</i> .....	20
Tabel 7.2 <i>Fixed Capital Investment</i> .....	25
Tabel 7.3 <i>Working Capital</i> .....	29
Tabel 7.4 <i>Direct Manufacturing Cost</i> .....	33
Tabel 7.5 <i>Indirect Manufacturing Cost</i> .....	37
Tabel 7.6 <i>Fixed Manufacturing Cost</i> .....	42
Tabel 7.7 <i>Total Manufacturing Cost</i> .....	44
Tabel 7.8 <i>Administration Cost</i> .....	46
Tabel 7.9 <i>Total General Expense</i> .....	48

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Mekanisme Polimerisasi dengan Katalis ZieglerNatta .....	10
Gambar 2.2	Reaksi Inisiasi .....	11
Gambar 2.3	Reaksi Propagansi .....	11
Gambar 2.4	Reaksi Terminasi.....	12
Gambar 3.1	Diagram Alir perencanaan dan evaluasi ekonomi.....	18
Gambar 5.1	<i>Chemical Engineering Plant Cost Index</i> .....	20

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Polimer adalah salah satu produk kimia yang diproduksi sekitar 80% di seluruh dunia (Singh, 2012). Bahan baku polimer dapat diolah lebih lanjut menjadi produk plastik. Plastik memiliki sifat yang ringan, kuat dan mudah dibentuk. Plastik diaplikasikan pada berbagai jenis produk untuk menambah nilai gunanya seperti industri pengemasan, transportasi, dan elektronik.

Pasar terbesar plastik ada di bidang pengemasan yang banyak digunakan untuk mengemas bahan pangan dan non pangan (Geyer *et al.*, 2017). Di bidang pangan, kemasan plastik melindungi produk dari kontaminasi lingkungan luar dan mikroorganisme sehingga mengurangi jumlah bahan pengawet agar pangan tersebut tetap segar. Di bidang non pangan, plastik melindungi barang dari potensi kerusakan akibat bersentuhan dengan barang lain.

Plastik di bidang transportasi digunakan sebagai material pada kendaraan. Mulai dari stir mobil, garis pintu, sabuk pengaman hingga *airbag* terbuat dari material plastik. Saat ini plastik berperan penting dalam aspek keamanan dan performa berbagai jenis mobil seperti mobil keluarga, SUV, dan mobil *pick-up*. Hal ini meningkatkan permintaan plastik di bidang transportasi dari 20 pon per kendaraan pada 1960 menjadi 332 pon per kendaraan pada 2016 (Killinger, 2017). Di bidang elektronik, plastik

berperan pada isolasi listrik agar pengguna tidak tersengat listrik atau terkena panas berlebih dari peralatan elektronik. Pada industri LCD, plastik juga mampu meningkatkan kualitas gambar serta menghemat energi.

Salah satu produk polimer sintesis yang besar penggunaannya adalah polietilena. Berdasarkan laporan dari *Zion Market Research*, pasar polietilena secara global memiliki valuasi sebesar 163 miliar USD pada tahun 2017 dan diperkirakan akan meningkat 4% pada tahun 2024 menjadi 215 miliar USD. Total permintaan global polietilena tahun 2018 diperkirakan mencapai 99.6 juta ton dengan kenaikan rata-rata 4% ([www.pgjonline.com](http://www.pgjonline.com), 2014). Polietilena semakin tinggi permintaannya karena kemudahan proses, biaya pembuatan murah, dan dapat didaur ulang. Pengaplikasian polietilena sangat luas mulai dari bidang pengemasan, otomotif hingga elektronik.

Nama *polyethylene* berasal dari monomer penyusunnya yaitu etana (*ethylene*). *Polyethylene* pertama kali disintesis secara tidak sengaja dari pemanasan *diazomethane* oleh ahli kimia Jerman bernama Hans von Pechmann pada tahun 1898. Secara industri, *polyethylene* pertama kali disintesis oleh E.W. Fawcett pada tahun 1936 di *Laboratorium Imperial Chemical Industries, Ltd (ICI)*, Inggris dalam sebuah percobaan tak terduga dimana *ethylene* yang merupakan bahan baku sisa reaksi diteliti sampai tekanan 1.446,52 kg/cm<sup>2</sup> dan temperatur 170 °C.

Pada tahun 1940, polimer mulai diperkenalkan secara komersial, dan polimer *ethylene* yang pertama kali diperdagangkan adalah *polyethylene* dengan densitas rendah (*low density*) dan tekanan tinggi (*high pressure*).

Setelah mengalami perkembangan, produksi *low density polyethylene* meluas dengan cepat. Pada tahun 1953, Ziegler berhasil menemukan cara pembuatan *polyethylene* secara organometalik dan setahun kemudian berhasil diproduksi. *Polyethylene* yang dihasilkan oleh Ziegler yaitu *polyethylene* tanpa tekanan. Sampai sekarang, *polyethylene* merupakan jenis polimer yang paling banyak diproduksi.

Kebutuhan *linear low density polyethylene (LLDPE)* nasional dalam kurun waktu lima tahun terakhir cenderung meningkat seperti terlihat pada Tabel 1.5, tetapi produksi dalam negeri belum mampu memenuhi kebutuhan tersebut sehingga harus impor dari luar negeri. Untuk itu industri *linear low density polyethylene (LLDPE)* mempunyai prospek yang cukup baik untuk dikembangkan di Indonesia

Terdapat berbagai jenis polietilena, diantaranya adalah *High Density Polyethylene (HDPE)*, *Low Density Polyethylene (LDPE)*, dan *Linear Low Density Polyethylene (LLDPE)*.

Salah satu negara yang kebutuhan bahan baku polimer tinggi adalah Indonesia. Indonesia masih mengandalkan impor bahan baku untuk memenuhi kebutuhan pasar domestik sebesar 40% (Moeliena, 2017). Sebagai contoh, dari total 4.2 juta ton produk jadi plastik, 2.5 juta ton berasal dari impor. Plastik di Indonesia dimanfaatkan untuk sektor pengemasan sebesar 60%, otomotif sebesar 8% dan sektor lainnya termasuk pertanian dan perkebunan. Terdapat 892 perusahaan dengan kapasitas 2,35 juta ton yang

beroperasi di bidang pengemasan di Indonesia. Di sektor otomotif, Indonesia masih harus mengimpor  $\frac{3}{4}$  dari kebutuhan totalnya yaitu 250.000 ton.

Proses pembuatan *linier low density polyethylene* di dapat dari proses polimerisasi etilen yang dapat diproduksi melalui tiga proses utama yang biasa digunakan untuk mengubah etilen menjadi *linier low density polyethylene*, yaitu proses *solution polymerization*, *suspension*, dan polimerisasi fase gas. Dengan berbagai pertimbangan maka dipilih proses polimerisasi fase gas, karena proses polimerisasi fase gas tidak membutuhkan solven, sehingga dapat memangkas biaya produksi dan tidak memerlukan proses pemisahan antara produk dengan solven.

Pada perancangan pabrik *linier low density polyethylene* ada beberapa pertimbangan ekonomi dalam mendirikan pabrik *linier low density polyethylene* diantaranya *Percent Profit Sales (POS)*, *Pay Out Time (POT)*, *Break Event Point (BEP)*, *Shutdown Point (SDP)*, dan *Discounted Cash Flow-Rate of Return (DCF-ROR)*. Dengan beberapa pertimbangan ini maka pabrik *linier low density polyethylene* layak untuk didirikan agar mendapatkan profit yang maksimal.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan di atas maka dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. *linier low density polyethylene* adalah bahan baku yang banyak dibutuhkan di industri, tetapi di Indonesia kebutuhan *linier low density polyethylene* masih belum dapat terpenuhi, sehingga produknya masih impor.

2. Perhitungan analisis ekonomi yang diantaranya (POS), (POT), (BEP), (SDP), dan (DCF-ROR) adalah indikator penting untuk menentukan kelayakan sebuah pabrik layak atau tidak untuk didirikan.

### 1.3 Pembatasan Masalah

Dalam penelitian ini perlu dilakukan pembatasan masalah agar permasalahan tidak meluas dan dapat dibahas secara mendalam pada penelitian ini, meliputi:

1. *Etilen* merupakan produk yang akan dipolimerisasi dengan 1-buten dengan proses polimerisasi fase gas yang menghasilkan produk *linier low density polyethylene*.
2. Analisis ekonomi yang akan digunakan dalam penelitian ini, meliputi perhitungan (POS), (POT), (BEP), (SDP), dan (DCF-ROR)

### 1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dapat dikemukakan rumusan masalah yang tepat sebagai berikut:

1. Bagaimana proses analisis ekonomi pada pabrik *linier low density polyethylene* ?
2. Bagaimana hasil dari analisis ekonomi pada pabrik *linier low density polyethylene*, apakah layak untuk didirikan atau tidak ?



### **1.5 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui proses analisis ekonomi pada pabrik *linier low density polyethylene*
2. Mengetahui hasil dari analisis ekonomi pada pabrik *linier low density polyethylene*, apakah layak untuk didirikan atau tidak

### **1.6 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi:

1. Bagi lingkungan dan masyarakat  
Memberi kontribusi dan wawasan dibidang perancangan pabrik *linier low density polyethylene* khususnya pada neraca ekonomi.
2. Bagi IPTEK  
Memberikan informasi mengenai kapasitas optimal pada suatu pabrik dan pertimbangan ekonomi lainnya, agar mendapatkan profit yang maksimal

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Proses Produksi Polietilena

Proses produksi polietilen menurut PT. Lotte Chemical Titan Nusantara. Tahapan proses produksi polietilena terdiri dari *Catalyst Injection Unit*, *Polimerisation Unit*, *Degassing Unit*, *Pelletizing Unit*, dan *Product Storage and Bagging Unit*. Berikut ini merupakan penjelasan tentang tahapan proses:

##### 1. *Catalyst Injection Unit*

Katalis disimpan dalam *tote bin* sebelum dipindahkan *dosing valve*. *Dosing valve* berfungsi untuk menakar jumlah katalis yang akan diinjeksikan terukur. Powder katalis memasuki *dosing valve*, dimana pada *dosing valve* ini terhubung dengan *high pressure nitrogen drum* yang siap menginjeksikan katalis langsung ke reaktor polimerisasi.

##### 2. *Polymerisation Unit (PU)*

Etilen, hidrogen, nitrogen dan 1-butena masuk ke dalam reaktor fluidisasi melalui bagian bawah, yang sebelumnya melewati *final cooler* dengan tujuan mengkondisikan umpan agar sesuai dengan kondisi operasi di dalam reaktor. Sedangkan katalis di injeksikan dengan bantuan N<sub>2</sub> high pressure dengan tekanan 30 barg. Katalis yang digunakan adalah *Ziegler Natta* dengan menggunakan kokatalis trietilaluminium (TEA). Kokatalis TEA ini berfungsi sebagai penghilang impurities pada katalis sehingga dapat menjaga keaktifan katalis, namun kelebihan Aliran *cycle*

*gas* akan membentuk fluidisasi dengan bantuan *compressor* dengan tekanan 22 barg.

Gelembung gas yang terbentuk akan naik keatas dengan ukuran yang makin besar dan akan membawa partikel – partikel padat. Pada proses ini akan terjadi penghomogenisasian bed. Partikel-partikel besar akan jatuh turun kebawah sehingga diharapkan terjadi reaksi polimerisasi menghasilkan resin polietilena. Gas hidrokarbon yang keluar dari atas reactor masuk kedalam *Gas cyclone*. Sedangkan, gas bersuhu 86 °C akan dikontakkan dengan 1-butena cair dengan tujuan untuk merubah fasa 1-butena menjadi gas. Gas yang telah bercampur dengan 1-butena ini kemudian masuk ke Primary Cooler untuk didinginkan suhunya dari 86 °C ke 58 °C. Primary Cooler ini merupakan heat exchanger berjenis shell and tube dengan bagian tube berisi gas dan bagian shellnya berisi air pendingin. Jika *fines* tidak dipisahkan dari gas di Gas cyclone tadi, maka dikhawatirkan akan membentuk kerak pada tube.

Setelah gas keluar dari Primary Cooler, gas kembali dicampurkan dengan bahan baku sesuai dengan kebutuhan dan masuk kedalam Main kompresor. Kompresor ini berfungsi untuk menaikkan tekanan gas sampai 2 bar diatas tekanan reaktor. Main Compressor ini juga berfungsi menyediakan flowrate gas (LLDPE) dan tekanan sebesar 22 bar. Aliran keluaran dari Main Compressor ini terbagi dua yaitu sebagian besar masuk ke *final cooler*.

Dalam final cooler ini, laju alir air dingin yang divariasikan untuk memberikan suhu gas yang dibutuhkan dalam reaksi polimerisasi. Setelah suhu, tekanan dan laju alir gas memenuhi kondisi operasi, maka gas akan kembali masuk ke reaktor polimerisasi.

### **3. *Degassing Unit***

Powder polimer keluar dari reaktor polimerisasi bersamaan dengan gas hidrokarbon dan dikeluarkan menuju unit *Primary Degasser*. Pada *Primary Degasser* ini, gas hidrokarbon dipisahkan dari *powder* dan dikembalikan lagi ke reaktor untuk direaksikan kembali. Gas yang kembali masuk kedalam reactor dikompresi terlebih dahulu dengan *Multiple Recycle* untuk menaikkan tekanan gas secara bertahap agar gas bisa masuk ke reactor, karena tekanan gas pada *Primary Degasser* ini sekitar 0,5 bar sedangkan tekanan reaktor adalah 22 bar. Pada *Multiple Recycle Compressor* ini tekanan gas dinaikan dari 0.5 – 2 bar, 2 – 8 bar, dan terakhir 8 – 22 bar. Gas yang telah dikompresi masuk kembali kedalam reactor. Powder yang telah dihilangkan hidrokarbonnya kemudian ditransfer ke *Product Bin*. Pada unit ini dialirkan steam dan nitrogen sebagai udara pembawa yang berfungsi untuk deaktivasi katalis.

### **4. *Pelletizing***

Powder dari *Degassing Unit* sebagian akan dimasukkan menuju ke *Ekstruder*. Pada *Ekstruder* ini akan terjadi proses homogenisasi dan pembentukan adonan selama bergerak sepanjang ekstruder. Semua umpan yang telah masuk ke ekstruder dilelehkan hingga suhu 220°C. Suhu

pemotongan ini berada pada 60 °C. Fungsi air pendingin ini adalah sebagai pembeku lelehan pelet yang telah dipotong-potong.

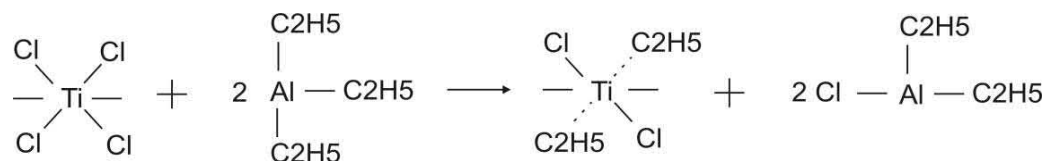
### 5. *Product Storage And Bagging Unit (PBU)*

*Product Storage and Bagging Unit* ini merupakan unit yang bertujuan sebagai tempat penyimpanan produk pelet polietilen yang telah terbentuk yang kemudian akan dilanjutkan dengan proses pengepakan.

## 2.2 Dasar Reaksi

Reaksi polimerisasi etilen terjadi melalui mekanisme adisi koordinasi karena menggunakan katalis logam transisi, yaitu  $\text{TiCl}_4$  dan kokatalis  $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$ . Pada polimerisasi adisi tidak terjadi pengakhiran, karena polimerisasi akan terus berlangsung sampai tidak ada lagi gugus fungsi yang tersedia untuk beraksi. Reaksi dapat dihentikan dengan penambahan sejumlah hydrogen sebagai agen terminasi.

Mekanisme reaksi polimerisasi terjadi pada reaktor fluidized bed. Sebelum terjadi reaksi polimerisasi, katalis  $\text{TiCl}_4$  diaktifkan dengan kokatalis  $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$  sehingga akan terbentuk pusat aktif (*active center*) katalis. Reaksi pembentukan pusat aktif dapat dilihat pada Gambar 2.1.

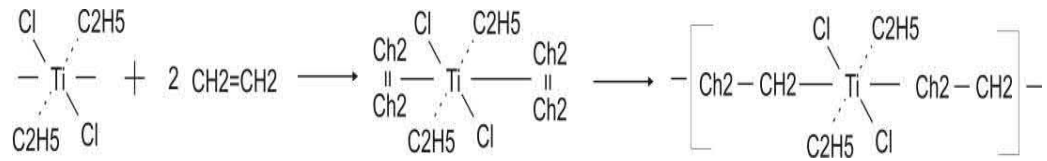


Gambar 2.1. Reaksi Pembentukan Pusat Aktif Katalis

Mekanisme reaksi polimerisasi meliputi tiga tahapan reaksi:

#### 1. Inisiasi

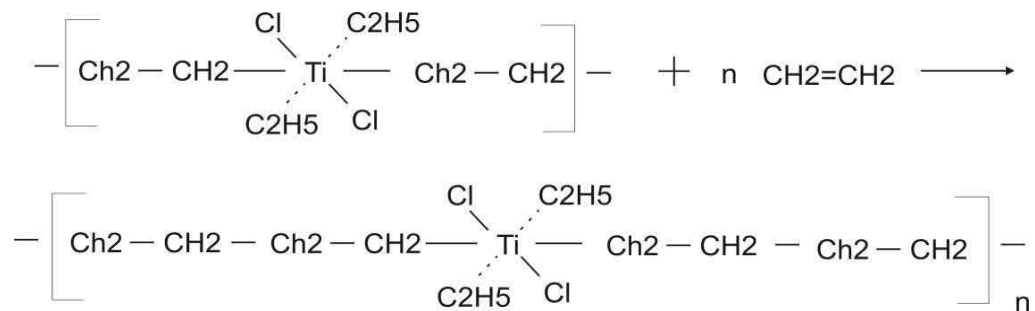
Monomer etilen akan terkoordinasi pada sisi aktif katalis hingga terbentuk kompleks dengan gugus alkil, yaitu gugus etil. Molekul monomer terikat dalam kompleks aktif dengan memutuskan ikatan  $\pi$ , hingga mulailah terbentuk polietilen.



Gambar 2.2. Reaksi Inisiasi

## 2. Propagasi

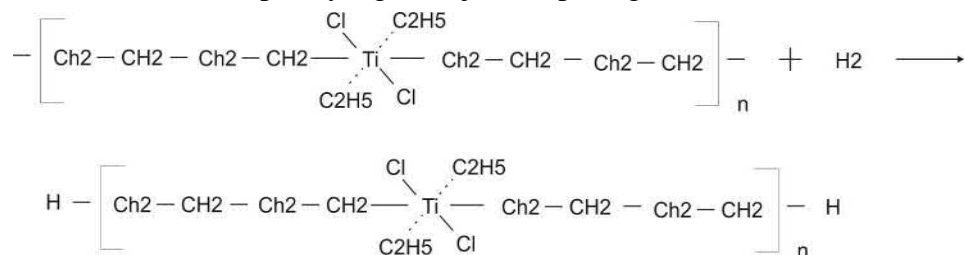
Monomer etilen yang kontak dengan katalis akan berikatan secara terus menerus sehingga akan terbentuk rantai polimer yang panjang. Tahap ini berlangsung sampai terbentuk polimer homolog dengan density yang diinginkan.



Gambar 2.3. Reaksi Propagasi

## 3. Terminasi

Pada tahap ini diinjeksikan sejumlah besar hydrogen yang berfungsi sebagai terminator. Hidrogen dapat memutuskan ikatan antara Ti dan C pada rantai polimer sehingga terbentuk ikatan antara Ti dan H. Hal ini menghentikan reaksi polimerisasi etilen, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.4.



#### Gamba2.4. Reaksi Terminasi

### **2.3 *Percent Profit Sales (POS)***

*Percent Profit Sales (POS)* adalah rasio profitabilitas yang digunakan untuk menghitung persentase kelebihan laba kotor terhadap pendapatan penjualan. *Percent Profit Sales* yang dimaksud disini adalah pendapatan Penjualan yang dikurangi dengan Harga Pokok Penjualan (HPP). Biaya yang termasuk pada Harga Pokok Penjualan (HPP) atau Cost of Goods Sold (CGS) ini diantaranya seperti bahan baku dan tenaga kerja langsung yang terkait dengan pembuatan suatu produk. Dengan kata lain, Rasio Margin Laba Kotor atau Gross Profit Margin ini digunakan untuk mengukur seberapa efisien perusahaan menggunakan bahan dan tenaga kerjanya untuk memproduksi dan menjual produk-produknya untuk menghasilkan keuntungan.

*Percent Profit Sales* merupakan suatu indikator penting karena dapat memberikan informasi kepada Manajemen maupun Investor tentang seberapa ungunya kegiatan bisnis yang dijalankan oleh suatu perusahaan tanpa memperhitungkan biaya tidak langsung (Aries and Newton, 1988). Dengan diketahuinya *Percent Profit Sales* dapat memberikan wawasan kepada investor tentang tingkat kesehatan perusahaan yang sebenarnya.

### **2.4 *Pay Out Time (POT)***

*Pay Back Period* (PBP) atau *Pay Out Time* (POT) adalah lama waktu yang dibutuhkan pabrik sejak dari mulai beroperasi untuk melunasi investasi awal dari pendapatan yang diperoleh.

## **2.5 Break Event Point (BEP)**

Analisis *Break-Even Point* (BEP) umumnya digunakan untuk menghitung kapan sebuah usaha/bisnis atau proyek akan menguntungkan dengan cara menyamakan total pendapatannya dengan total biaya. Dengan Analisi *Break Even Point* (BEP) ini, Manajemen Perusahaan dapat mengetahui jumlah penjualan minimum yang harus dipertahankan agar tidak mengalami kerugian dan juga mengetahui jumlah penjualan yang diharuskan untuk memperoleh tingkat keuntungan tertentu serta membantu manajemen dalam pengambilan keputusan apakah akan melanjutkan atau memberhentikan bisnisnya.

## **2.6 Shutdown Point (SDP)**

Shut Down Point merupakan suatu titik pada break even chart yang menunjukkan bahwa besarnya total penjualan yang diperoleh perusahaan adalah sama besarnya dengan total biaya tunai yang dikeluarkan perusahaan. Dalam keadaan demikian perusahaan yang bersangkutan tidak lagi memperoleh kelebihan penerimaan kas, sehingga tidak mungkin untuk melanjutkan kegiatan operasinya. Shut Down Point memberikan informasi kepada manajemen mengenai pada pendapatan penjualan yang didapat. Suatu usaha tidak layak



secara ekonomis untuk dilanjutkan jika pendapatan penjualannya tidak cukup untuk menutup biaya tunainya.

Perusahaan dalam menjalankan operasinya ada kemungkinan mengalami keuntungan dan kerugian. Ketika perusahaan mengalami kerugian jangka pendek, hal ini akan menyudutkan perusahaan dalam industri, apakah harus berproduksi atau tidak untuk sementara waktu karena masih harus membayar biaya tetap meskipun menghentikan produksi. Ketika kerugian tersebut terjadi dalam jangka panjang akan memaksa perusahaan untuk memutuskan apakah harus mengekspansi atau mengurangi ukuran produksi. Atau harus diputuskan apakah akan tetap bertahan atau keluar dari industri.

Shut-down point bagi perusahaan terjadi apabila harga output ( $P$ ) sama dengan biaya variable rata-rata ( $AVC$ ). Pada kondisi ini apabila perusahaan tetap berproduksi dan dapat menjual semua output yang dihasilkan, maka perusahaan tersebut akan rugi sebesar biaya tetapnya. Kerugian sebesar biaya tetap itu juga dialami oleh perusahaan tersebut apabila ia tidak berproduksi. Apabila harga output lebih kecil daripada biaya variable rata-rata ( $AVC$ ), maka perusahaan tersebut lebih baik menutup usahanya. Karena apabila ia menutup usahanya, maka ia rugi sebesar biaya tetapnya saja. Sedangkan apabila ia meneruskan usahanya, maka ia akan rugi sebesar biaya tetap ditambah dengan biaya variable, yaitu selisih biaya variable rata-rata dengan harga output.

## ***2.7 Discounted Cash Flow-Rate of Return (DCF-ROR)***

Discounted Cash Flow adalah salah satu metode untuk menghitung prospek pertumbuhan suatu instrumen investasi dalam beberapa waktu ke depan. Konsep DCF ini didasarkan pada pemikiran bahwa jika anda menginvestasikan sejumlah dana, maka dana tersebut akan tumbuh sebesar sekian persen atau mungkin sekian kali lipat setelah beberapa waktu tertentu. Disebut 'discounted cash flow', karena cara menghitungnya adalah dengan meng-estimasi arus dana dimasa mendatang untuk kemudian di-cut dan menghasilkan nilai dana tersebut pada masa kini.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

1. Pabrik LLDPE ini layak didirikan. Pabrik ini memiliki POS dan ROI cukup besar. Semakin besar nilai POS dan ROI menandakan pabrik akan semakin menguntungkan. Apabila diitnjau dari POT waktu untuk kembali modal cukup rendah yaitu 1 tahun
2. Untuk nilai BEP sebesar 68,12 % artinya pabrik harus memiliki tingkat produksi melebihi nilai BEP agar mendapatkan keuntungan. Nilai SDP adalah nilai dimana jika pabrik memproduksi kurang dari nilai SDP yaitu sebesar 27,55 % maka operasi pabrik harus dihentikan Hasil perancangan distilasi menghasilkan diameter bawah 0,719 m dan diameter atas 0,771 m.
3. Dari nilai DCF-ROR menunjukkan pabrik ini bagus untuk investasi, dimana DCF-ROR sebesar 16,22 % sedangkan bunga di bank 6 %. Jadi dari segi ekonomi pabrik tersebut layak untuk didirikan.

#### **5.2 Saran**

1. Perlu dilakukan justifikasi kapasitas, agar dapat diketahui kapasitas optimal dari pabril LLDPE.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S. and Newton, R.D. 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*. McGraw Hill International Book Company. New York
- BPS.2018.Impor LLDPE Indonesia.www.bps.go.id. 20 November 2018 (09:00)
- Dimian, A.C., dan C.S. Bildea. 2008. *Chemical Process Design*. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.
- Dormenval, R., H. Laszlo, M. Piere. 1975. *Process for Dry Polymerization of Olefins*. Amerika Serikat. US. Patent 3922322.
- Dye, R.F. 1962. *Polymerization Process*. Amerika Serikat. U.S. Patent 3,023,203
- Dzulfikri. 2013. *Penentuan Lokasi Pabrik dalam Rencana untuk Perluasan Perusahaan (Studi di PT 3M Indonesia dengan Sistem Proses Hirarki analitik)*. Jurnal Aplikasi Manajemen. Vol. 11.No. 1.
- Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). 2006. Best Available Techniques In The Production Of Polymer. Sevilla: european commission. [www.ec.europa.eu](http://www.ec.europa.eu). 16 November 2018 (17:00)
- James, A.K. 2010. *Handbook Of Industrial Chemistry And Biotechnology*. Springer Verlag.
- John, J. 2018. Global Polyethylene Market Will Reach USD 215 Billion by 2024. <https://globenewswire.com/news-release/2018/05/24/1511282/0/en/Global-Polyethylene-Market-Will-Reach-USD-215-Billion-by-2024-Zion-Market-Research.html>. 15 November 2018 (15:00)
- Jorgensen, R.J., G.L. Goeke, dan F.J. Karol. 1982. *Catalyst Composition for Copolymerization Ethylene*. Amerika Serikat. US. Patent 4349648.
- Kementrian Perindustrian. 2018. Diakses dari [www.kemenperin.go.id](http://www.kemenperin.go.id) pada tanggal 04 November 2018
- Kent, J.A. 2012. *Handbook of Industrial Chemistry and Biotechnology*. Springer US.
- Khanam, N.P., dan M.A. Al Maadeed. 2015. Processing and Characterization of Polyethylene-Based Composites. *Adv. Manuf. Polym. Compos. Sci.* 1: 63–79

- Killinger, J. 2015. Report Calculates Growing Role For Plastics Composites In Autos.  
<https://www.americanchemistry.com/Media/PressReleasesTranscripts/ACC-news-releases/Report-Calculates-Growing-Role-for-Plastics-Composites-in-Autos.html>. 15 November 2018 (14:20)
- Kuran, W. 2001. *Principles of Coordination Polymerisation*. John Wiley & sons Ltd.
- Malpass, D.B. 2010. *Introduction to Industrial Polyethylene: Properties, Catalyst, Processes*. Los Angeles: Scrivener Publishing LLC
- Meyers, R.A. 2004. *Handbook of Petrochemicals Production Processes*. New York: McGraw-Hill Education.
- Nowlin, T.E. 2014. *Commercial Manufacture of Polyethylene and Its Products*. Scrivener Publishing LLC
- Peacock, A.J. 2000. *Handbook of Polyethylene Structure and Applications*. Texas: Marcel Dekker Inc.
- Perry, R.H and Green, D.W. 1999. *Perry's Chemical Engineer's Handbook*, 7th edition. Mc Graw-Hill Book Co. New York.
- Peter, m., K.D. Timmerhause. 1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*. McGraw-Hill Education.
- Schmid, K., S. Joachim, J. Guenther, H. Manfred, L. Hans, T.H. Georg. 1967. *Process and Apparatus for the Polymerization of Monoolefins*. Amerika Serikat. U.S. Patent 3300457
- Smith, M. *Handbook of Petrochemicals Production Processes*. New York: McGraw-Hill Education.
- Steven, M.P. 2007. *Polymer Chemistry: An Introduction*. Oxford: Oxford University Press.
- Ulrich, G.D., 1978, *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economic*, John Wiley and Sons Co, New York.
- Ullmann, 2003. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, 6th Edition, vol.25, Wiley-VCH.