

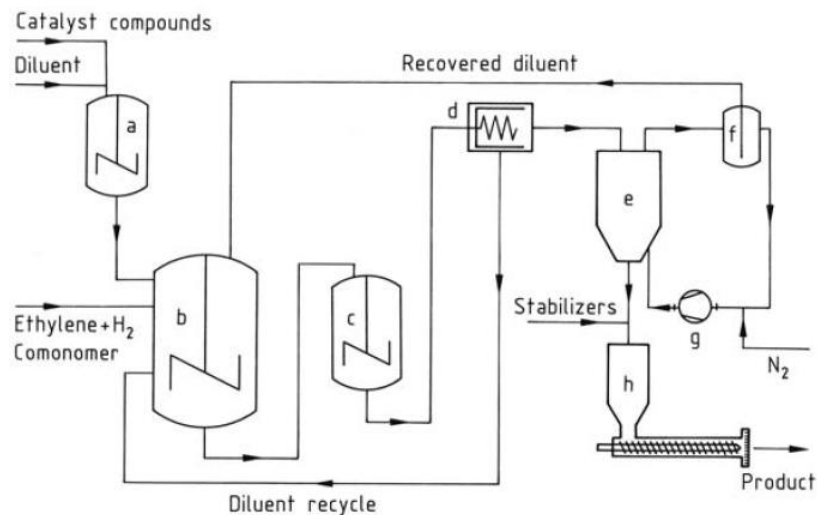
## BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES

### II.1 Macam -Macam Proses

*Polyethylene* dapat dibentuk melalui 3 proses, yaitu :

1. Proses *Slurry* (*Hoechst Process*)
2. Proses *Solution*
3. Proses Gas (*Union Carbide Unipol Process*)

#### II.1.1 Proses *Slurry*



Gambar II.1 Proses *Hoechst suspension polymerization*

Gambar diatas menunjukkan flowsheet proses *slurry*. *Diluent* yang digunakan adalah hidrokarbon dengan titik didih rendah misalnya heksana. Senyawa katalis dan aluminium alkil slurried dengan *diluent* dalam tangki pencampur katalis sebelum diumpankan ke reaktor. Campuran reaksi kemudian diteruskan ke reaktor run-down di mana etilena terlarut dikonsumsi hampir seluruhnya, menghindari kebutuhan *recycle* etilen. Konsentrasi *slurry* merupakan parameter penting dalam proses. Konsentrasi tinggi memungkinkan output yang lebih tinggi dari volume reaktor tertentu, tetapi perpindahan panas ke jaket pendingin lebih buruk dan pengadukan menjadi lebih sulit. Konsentrasi *slurry* maksimum yang dapat digunakan tergantung pada sejumlah faktor, termasuk jenis



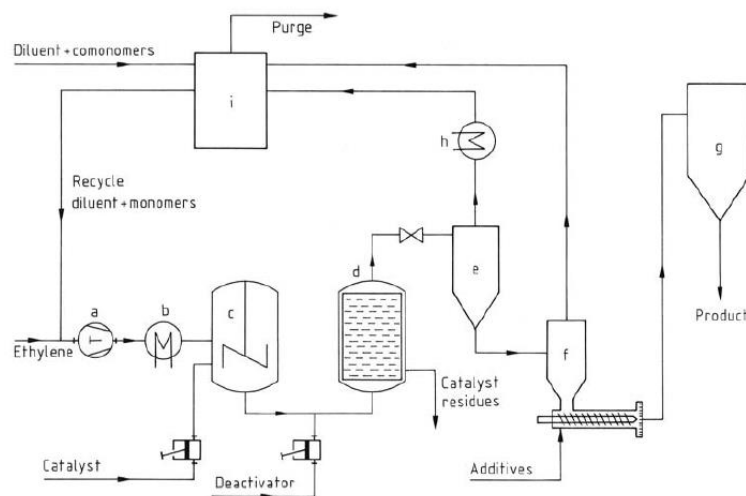
PRA RENCANA PABRIK  
“PABRIK *HIGH DENSITY POLYETHYLENE* (HDPE) DARI ETILEN  
MENGGUNAKAN PROSES UNIPOL”

pelarut, ukuran dan bentuk partikel, tetapi terutama pada berat jenis partikel polimer.

*Slurry* dari reaktor *run-down* kemudian diteruskan ke *centrifuge* untuk menghilangkan sebagian besar diluent, yang direcycle langsung menuju ke reaktor. *Slurry* ini mengandung alkil aluminium dan comonomer, jika digunakan, dan laju injeksi bahan baku ini disesuaikan untuk memperhitungkan jumlah yang diperkenalkan kembali oleh *diluent recycle*. Polimer dikeringkan dalam fluidizedbed drier kontinyu dalam aliran nitrogen panas untuk menghilangkan sisa diluent. Jumlah diluent lebih lanjut terkondensasi dari aliran nitrogen yang bersirkulasi dan direcycle. Sebelum menjadi pelet, stabilizers ditambahkan untuk menetralkan residu katalis, dan aditif lainnya seperti antioksidan dapat ditambahkan pada titik ini.

*Extruder* umpan *slurry* memiliki laras yang lebih panjang daripada proses tekanan tinggi karena selain menghasilkan tekanan yang cukup untuk kepala pelet, dan melelehkan *slurry* polimer. Meskipun satu ekstruder panjang ditampilkan, instalasi baru semakin banyak menggunakan kombinasi ekstruder pendek untuk melelehkan polimer diikuti dengan pompa roda gigi untuk menghasilkan tekanan pelet. Kombinasi ini memiliki kebutuhan energi yang lebih rendah (Ullmann, 2012).

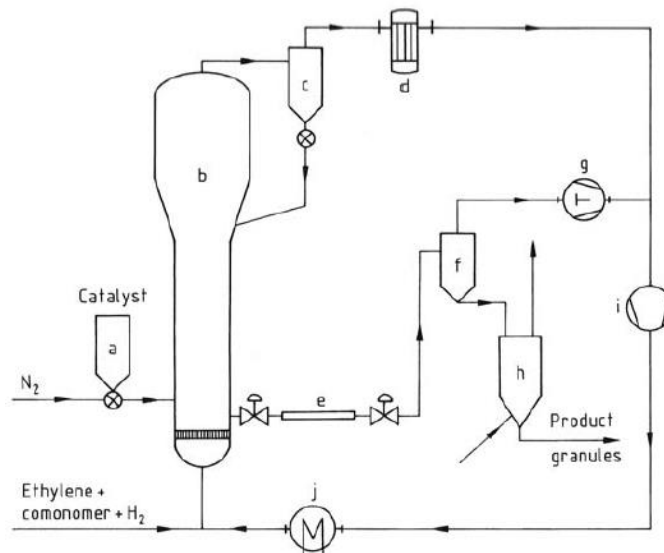
### II.1.2 Proses *Solution*



Gambar II.2 Proses *Solution Polymerization*

Proses *solution* telah dikembangkan oleh berbagai perusahaan. Keuntungannya adalah bisa digunakan untuk berbagai macam komonomer. Etilena dilarutkan dalam diluent seperti sikloheksana dan dipompa ke reaktor pada 10 MPa. Tahap reaksi adalah adiabatik dan suhu reaksi berkisar antara 200 – 300°C. Feed mengandung 25% berat etilena, dimana 95% diubah menjadi polietilen dalam reaktor. Waktu tinggal adalah 2 menit. Katalis yang paling sering dikutip dalam paten adalah campuran  $\text{VOCl}_3$  dan  $\text{TiCl}_4$  diaktifkan oleh aluminium alkil. Meskipun komponen katalis pada awalnya dapat larut, spesies katalis aktif tampak heterogen. Larutan polietilen yang meninggalkan reaktor diperlakukan dengan zat penonaktifan dan campuran kemudian melewati lapisan alumina dimana residu katalis yang dinonaktifkan diserap. Dua tahap *depressurization* mengikuti, sama dengan proses tekanan tinggi, di mana monomer pelarut dan tidak bereaksi diuapkan. Setelah menjadi pelet, penghilangan residu pelarut lebih lanjut dicapai dengan melewati aliran gas yang dipanaskan melalui alas pellet (Ullmann, 2012).

### II.1.3 Proses Gas



Gambar II.3 Proses *Union Carbide Unipol*

Proses *fluidized bed* untuk produksi polietilena dikembangkan pada akhir tahun 1960 oleh *Union Carbida* dan *BP Chemical*. Proses ini bersaing dengan proses *solution* dan tekanan tinggi, di mana biaya operasi proses ini lebih rendah.



PRA RENCANA PABRIK  
“PABRIK *HIGH DENSITY POLYETHYLENE* (HDPE) DARI ETILEN  
MENGUNAKAN PROSES UNIPOL”

Unit-unit *fluidized bed* dibangun sebagai *dual purpose plant* (swing plant). Dengan kemampuan produksi LDPE dan *High Density Polyethylene*. 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  $TiCl_4$  dan organil logam alkali  $(C_2H_5)_3Al$ . Gas etilene diumpankan ke dalam reaktor fluidized bed. Secara terpisah katalis dimasukkan ke dalam reaktor. Granular polietilena hasil reaksi ditampung dalam suatu *discharge system*. Sedangkan etilena yang tidak bereaksi didaur ulang (Ullmann, 2012).

Tabel II.1 Perbandingan Proses

Proses	Kelebihan dan Kekurangan
Proses Slurry	<p>Kelebihan</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Dapat menggunakan reaktor jenis Loop maupun Autoclave</li><li>• Menghasilkan <i>High Density Polyethylene</i> dengan tingkat kristalinitas yang tinggi, yang menghasilkan sifat mekanis dan termal yang baik</li><li>• Konversi 98%</li></ul> <p>Kekurangan</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Waktu tinggal 0,5-2 jam</li><li>• Membutuhkan biaya dan energi yang mahal</li><li>• Memiliki tekanan dan suhu yang tinggi sehingga emmbutuhkan keamanan produksi yang tinggi</li><li>• Hanya menghasilkan PE jenis <i>High Density Polyethylene</i> dan LLDPE</li><li>• Membutuhkan tahap pemisahan yang lebih rumit untuk memisahkan produk <i>High Density Polyethylene</i> dari media reaksinya (slurry).</li></ul>



PRA RENCANA PABRIK  
“PABRIK *HIGH DENSITY POLYETHYLENE* (HDPE) DARI ETILEN  
MENGUNAKAN PROSES UNIPOL”

Proses Solution	<p>Kelebihan</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Dapat menggunakan reaktor jenis CSTR ataupun Trimmer</li><li>• Waktu tinggal 30 detik – 2 menit</li><li>• Konversi 95%</li><li>• Dapat menghasilkan PE jenis <i>High Density Polyethylene</i>, LDPE dan LLDPE, karena berbagai jenis katalis dapat digunakan dalam proses ini, dan pengaturan kondisi reaksi dapat disesuaikan untuk menghasilkan produk dengan sifat yang berbeda.</li></ul> <p>Kekurangan</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Membutuhkan energi lebih tinggi karena reaksi berlangsung dalam larutan dan memerlukan tahap pengeringan yang lebih kompleks untuk memisahkan produk dari pelarut.</li><li>• Menghasilkan limbah pelarut yang perlu dikelola secara efisien untuk mengurangi dampak lingkungan</li></ul>
Proses Gas	<p>Kelebihan</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Dapat menggunakan reaktor jenis Fluidized bed</li><li>• Proses yang cepat, efisien, dan memungkinkan produksi dalam skala industri yang besar.</li><li>• Memungkinkan kontrol yang lebih baik atas berat molekul <i>High Density Polyethylene</i> dan distribusi molekulnya.</li><li>• Konversi 99%</li><li>• Tidak perlu memisahkan katalis dengan produk, sehingga dapat mengurangi biaya operasional.</li><li>• Memiliki tekanan dan temperature yang tidak terlalu tinggi</li></ul>