



BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES

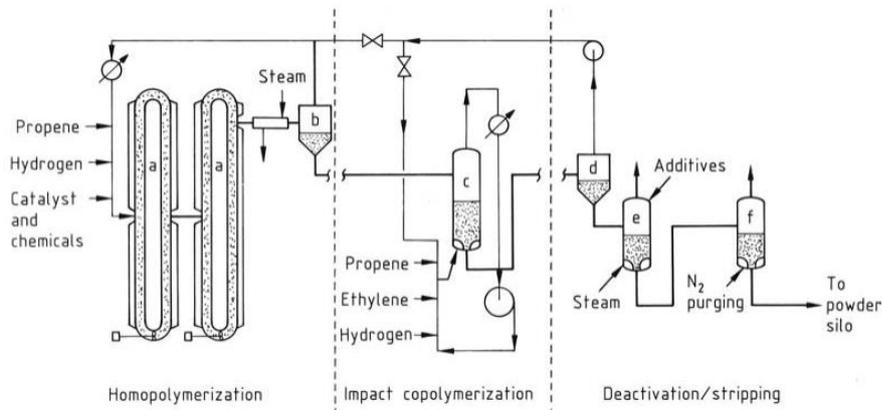
II.1 Jenis-Jenis Proses

Pada pembuatan Polipropilen dikenal beberapa macam proses yaitu:

1. Polimerisasi Fase Cair (Proses Spheripol)
2. Polimerisasi Fase Gas (Proses Unipol)

II.1.1 Proses Spheripol

Polimerisasi dengan fase cair atau disebut juga proses spheripol merupakan proses dimana polimerisasi berlangsung dengan bahan propilen dalam keadaan cair. Reaktor yang digunakan dalam proses spheripol adalah jenis reaktor *loop tubular* dengan tujuan untuk menghasilkan kecepatan perpindahan panas yang baik sehingga proses polimerisasi berjalan lebih efektif. Reaktan dan katalis dimasukkan ke dalam reaktor pipa berbentuk *loop* sehingga laju polimerisasi meningkat secara signifikan. Reaksi polimerisasi berjalan secara eksotermis. Panas reaksi yang dihasilkan akan diserap melalui jaket pendingin yang mengelilingi reaktor. Kondisi operasi yang digunakan pada proses spheripol yaitu pada suhu 45-80 °C dengan tekanan 30-35 atm. Polimer yang terbentuk di *loop* reaktor selanjutnya akan dipisahkan dengan monomer sisa reaksi melalui *flash line heater*. Bubuk polimer yang dihasilkan kemudian akan melewati proses *finishing* dengan mengubahnya menjadi pellet (Ullmann, 2016).





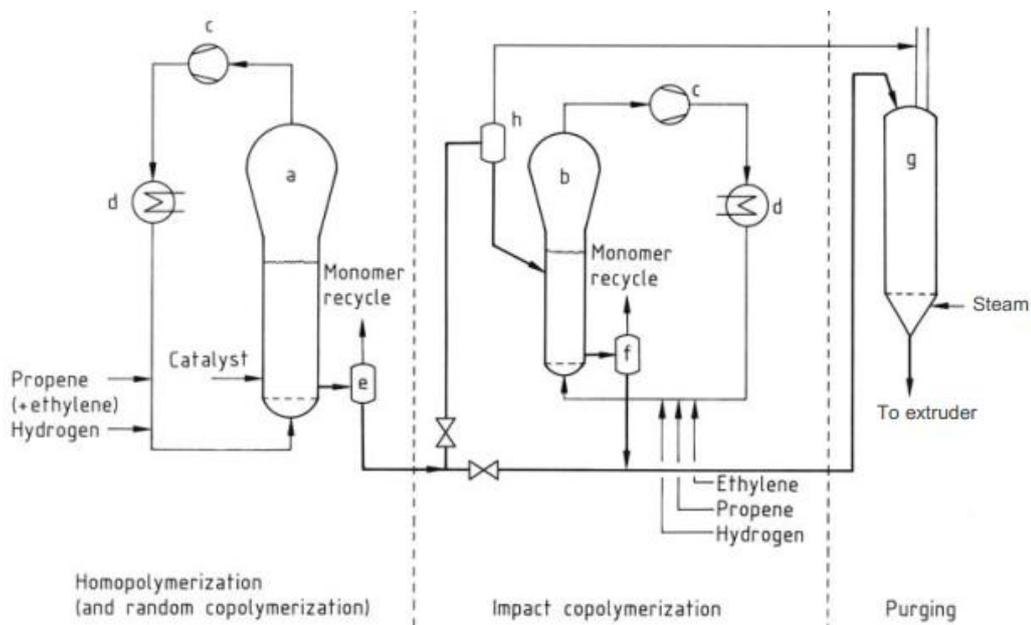
PRA RENCANA PABRIK
PABRIK POLIPROPILEN DARI PROPILLEN DENGAN PROSES
UNIPOL

Gambar II.1 Polipropilen dengan Proses Spheripol

II.1.2 Proses Unipol

Dalam proses polimerisasi fase gas atau proses unipol, terdapat dua metode untuk menggunakan reaksi fase gas berdasarkan pemilihan metode pengurangan panas. Pertama yaitu BASF dan Amocoo yang menggunakan agitasi *dry powder bed system* dengan pendingin evaporasi vertikal dan horizontal. Kedua yaitu proses yang dikembangkan oleh The Union Carbide/Shell menggunakan adaptasi dari Unipol *Fluidized Bed System*.

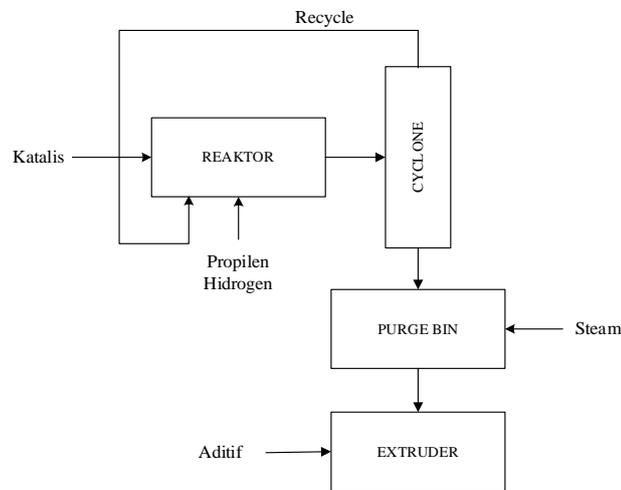
Proses yang dikembangkan oleh The Union Carbide/Shell dilakukan polimerisasi dalam sebuah *fluidized bed reactor* yang memiliki unggun dari serbuk polipropilen. *Fluidized bed* dipertahankan dengan memperkenalkan gas propilen melalui plate distributor di bagian bawah reaktor. Laju aliran yang sangat tinggi dan propilen yang berfungsi baik sebagai monomer. Reaktan dan katalis yang digunakan dalam proses unipol akan dimasukkan langsung ke dalam reaktor dengan kondisi operasi 60-80 °C dan tekanan 17-30 atm.



Gambar II.2 Polipropilen (*Impact Copolymerization*) dengan Proses Unipol



PRA RENCANA PABRIK
PABRIK POLIPROPILEN DARI PROPILLEN DENGAN PROSES
UNIPOL



Gambar II.3 Polipropilen (*Hompolymerization*) dengan Proses Unipol
(Ullmann, 2016)

II.2 Seleksi Proses

Berdasarkan uraian kedua proses di atas, maka dipilih proses Unipol atau Polimerisasi Fase Gas sebagai proses terbaik untuk diaplikasikan. Pemilihan kedua proses tersebut dilakukan berdasarkan perbandingan berbagai parameter meliputi teknis, ekonomi dan lingkungan. Adapun perbandingannya dapat dilihat pada Tabel II.1.

Tabel II.1 Perbandingan Proses Spheripol dan Proses Unipol

Parameter	Proses Spheripol (Ullmann, 2016 ; US 7.160.964 B2)	Proses Unipol (Ullmann, 2016 ; Shamiri, 2011)
Bahan Baku	Propilen cair	Propilen gas
Katalis	Ziegler-Natta ($TiCl_4$ dan $Al(C_2H_5)_3$)	Ziegler-Natta ($TiCl_4$ dan $Al(C_2H_5)_3$)
Jenis Reaktor	<i>Loop Tubular</i>	<i>Fluidized Bed</i>
Fase Reaksi	Cair	Gas
Temperatur	45-80 °C	60-80 °C



PRA RENCANA PABRIK
PABRIK POLIPROPILEN DARI PROPILLEN DENGAN PROSES
UNIPOL

Tekanan	30-35 atm	17-30 atm
Kemurnian Produk	50%	98%

Dalam pemilihan metode proses yang akan digunakan, maka dipilih proses polimerisasi fase gas atau metode unipol, dimana pemilihan ini didasarkan pada kemurnian produk yang tinggi, kontrol proses lebih mudah karena mekanik yang sederhana, aliran produk mengalir dengan gravitasi, dan operasinya yang stabil sehingga menjamin target produksi dan kualitas produk.

II.3 Uraian Proses

1. Persiapan Bahan Baku

Katalis berupa titanium (IV) klorida dengan support katalis Magnesium Klorida dan kokatalis berupa triethylaluminium yang disimpan pada tangki penyimpanan dengan suhu 30 °C dan tekanan 1 atm yang kemudian akan dialirkan menuju reaktor menggunakan *screw conveyor*. Bahan baku berupa propilen dalam fase cair disimpan pada tangki penyimpanan dengan suhu 30 °C dan tekanan 13 atm. Sedangkan gas hidrogen disimpan pada tangki penyimpanan dengan suhu 30 °C dan tekanan 17 atm. Sebelum dialirkan menuju reaktor untuk dilakukan proses polimerisasi, propilen cair dialirkan ke heater untuk dipanaskan hingga 70 °C, kemudian ke kompresor untuk dinaikkan tekanannya menjadi 17 atm. Gas hidrogen di alirkan menuju *heater* untuk dinaikkan suhunya menjadi 70 °C lalu dialirkan menuju reaktor.

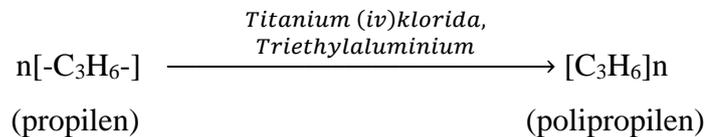
2. Proses Polimerisasi

Pada reaktor polimerisasi *bubble fluidized bed* yang merupakan jenis reaktor *fluidized bed*, gas akan dilewatkan melalui bed partikel padat untuk memfluidisasikannya (Yates, 2016). Reaktor *bubble fluidized bed* yang digunakan untuk reaksi polimerisasi beroperasi pada tekanan 17 atm dan suhu 70 °C. Bahan baku yang berfase gas dialirkan dari bagian bawah reaktor, sedangkan untuk bahan baku berfase slurry dialirkan dari samping reaktor. Gas hidrogen berfungsi untuk mengontrol ukuran rantai polimer dalam reaktor. Reaksi yang terjadi terdiri tiga tahapan reaksi, yaitu tahap inisiasi, tahap propagasi dan tahap terminasi. Reaksi



PRA RENCANA PABRIK PABRIK POLIPROPILEN DARI PROPILLEN DENGAN PROSES UNIPOL

berjalan secara eksotermis dan untuk menjaga agar suhu reaktor tetap konstan maka reaktor dilengkapi dengan jaket pendingin. Berikut merupakan reaksi yang terjadi pada reaktor polimerisasi.



3. Proses Pemisahan

Produk keluaran reaktor berupa padatan polipropilen dan sisa gas propilen yang tidak bereaksi keluar dari sisi samping reaktor kemudian dilewatkan *expander* untuk diturunkan tekanannya menjadi 1,2 atm dan dialirkan menuju *cyclone* dan *bag filter* untuk dilakukan pemisahan dengan suhu 70 °C. Gas propilen tidak bereaksi yang terpisah dari produk padatan polipropilen akan dilewatkan ke kompresor untuk dinaikan tekanannya menjadi 17 atm untuk di *recycle* kembali dan akan ditampung di tangki penyimpanan gas *recycle* sebelum masuk reaktor. Kemudian produk keluaran bawah dari *cyclone* dan *bag filter* diumpankan hopper padatan polipropilen sebelum umpankan menuju *extruder pelletizer*.

4. Pembentukan Pellet Polipropilen

Pada *extruder palletizer* ditambahkan aditif berupa pentaerythritol tetrakis yang berfungsi untuk meningkatkan kualitas dari produk yang dihasilkan. Produk pellet keluaran dari *extruder palletizer* dengan suhu 130 °C akan didinginkan terlebih dahulu menggunakan *cooling conveyor* menjadi 30 °C dan kemudian dipindahkan menggunakan *bucket elevator* untuk disimpan pada tangki penyimpanan polipropilen dengan suhu 30 °C dan tekanan 1 atm.

II.4 Mekanisme Reaksi Polimerisasi

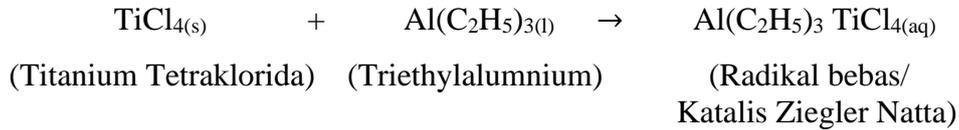
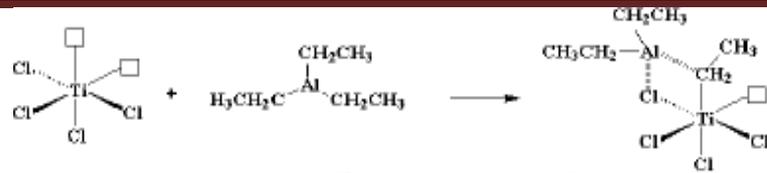
Mekanisme reaksi polimerisasi meliputi tiga tahapan reaksi sebagai berikut:

1. Inisiasi

Pada tahap ini terjadi proses pengaktifan katalis oleh kokatalis membentuk suatu senyawa kompleks yang mempunyai sisi aktif. Reaksi alkilasi oleh kokatalis triethylaluminium sebagai berikut (Malpass, 2012).

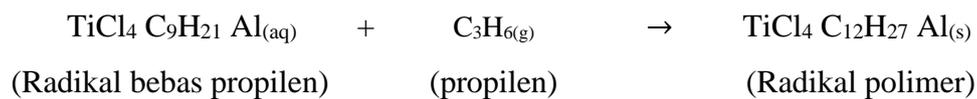
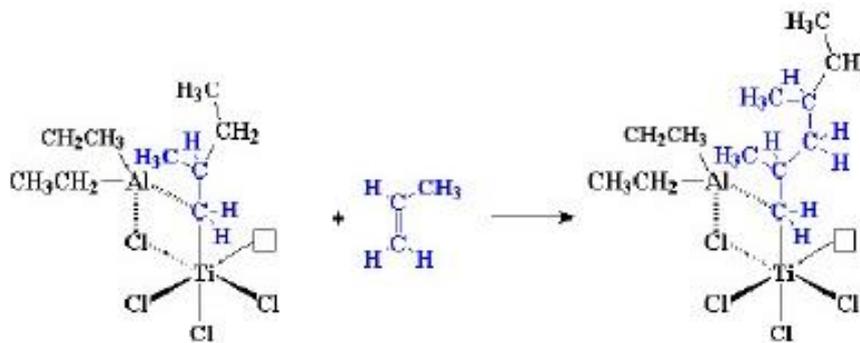


PRA RENCANA PABRIK
PABRIK POLIPROPILEN DARI PROPILLEN DENGAN PROSES
UNIPOL



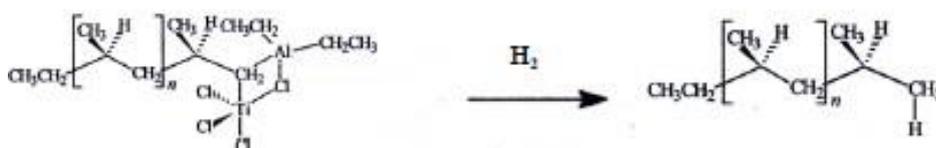
2. Tahapan Propagasi

Pada tahap ini radikal bebas yang terbentuk akan menyerang monomer propilen lainnya sehingga akan terbentuk rantai polimer yang panjang. Tahap ini terjadi secara terus menerus dan tidak terjadi pengakhiran.



3. Tahapan Terminasi

Pada tahap ini terjadi pemberhentian ujung melalui reaksi hidrogenasi. Hidrogen sebagai terminator akan berikatan dengan sisi aktif katalis sehingga akan terjadi pemotongan ikatan rantai panjang radikal polimer membentuk senyawa polimer dan senyawa hidrid. Senyawa hidrid akan berikatan kembali dengan monomer membentuk rantai polimer baru (Ullman, 2016).





PRA RENCANA PABRIK
PABRIK POLIPROPILEN DARI PROPILEN DENGAN PROSES
UNIPOL

