

BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

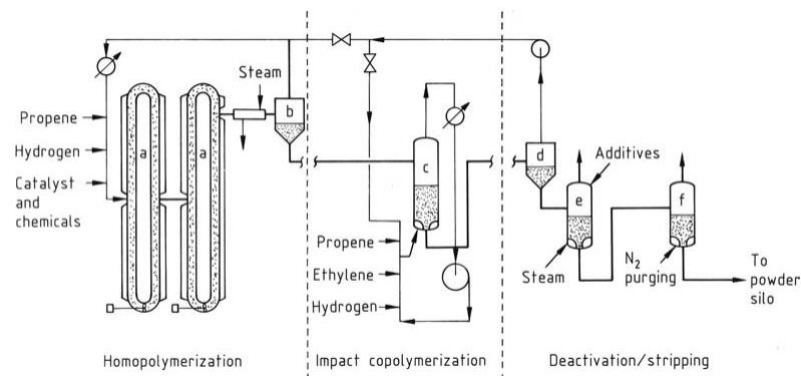
II.1 Jenis-Jenis Proses

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).

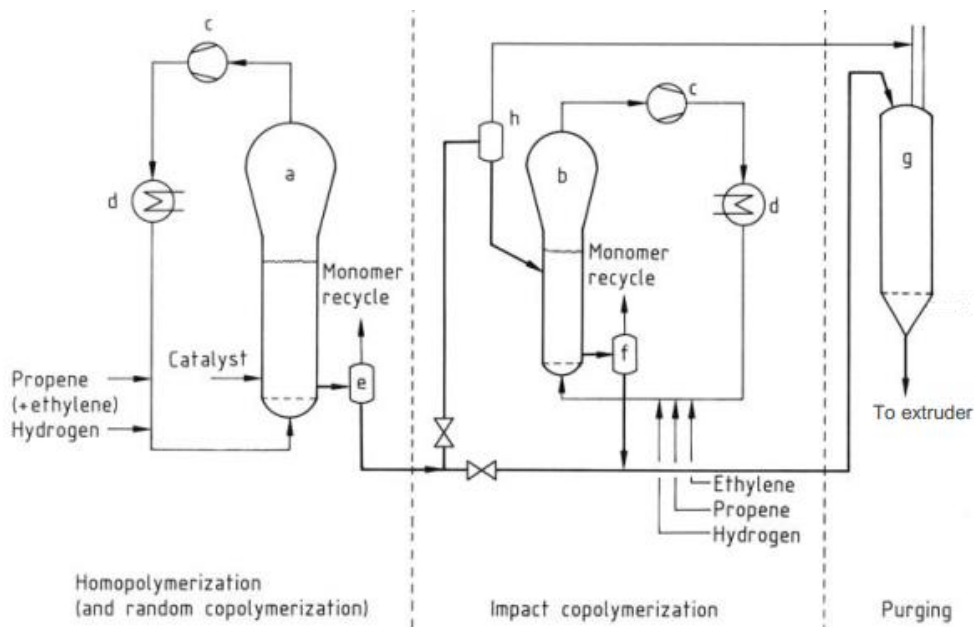


Gambar II.1 Polipropilen dengan Proses Spheripol

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*.

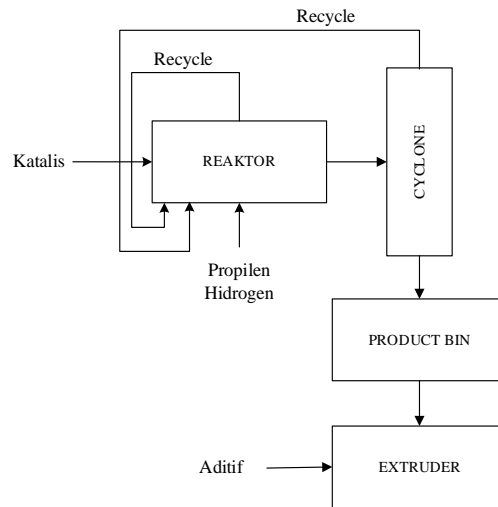
Proses yang dikembangkan oleh The Union Carbide/Shell dilakukan polimerisasi dalam sebuah *fluidized bed reactor* yang memiliki unggun dari serbuk polipropilen. *Fluidized bed* dipertahankan dengan memperkenalkan gas propilen melalui plate distributor di bagian bawah reaktor. Laju aliran yang sangat tinggi dan propilen yang berfungsi baik sebagai monomer dan gas pendingin untuk menghilangkan panas dari polimerisasi. 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 PROPILEN DENGAN PROSES
 UNIPOL



Gambar II.3 Polipropilen (*Homopolymerization*) 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
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.

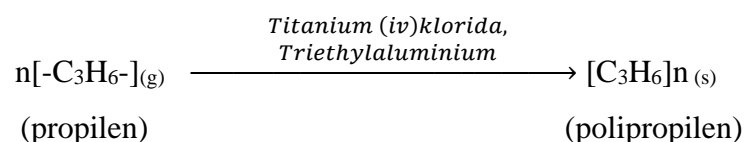
II.3 Uraian Proses

1. Persiapan Bahan Baku

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 kompresor untuk dinaikkan tekanannya menjadi 17 atm kemudian diteruskan menuju *heater* untuk dinaikkan suhunya menjadi 70 °C sehingga fasenya berubah menjadi gas. Gas hidrogen juga di alirkan menuju *heater* untuk dinaikkan suhunya menjadi 70 °C lalu dialirkan menuju reaktor. Kemudian kedua gas tersebut akan berkontak dengan katalis Ziegler Natta di dalam reaktor.

2. Proses Polimerisasi

Reaktor *fluidized bed* yang digunakan untuk reaksi polimerisasi beroperasi pada tekanan 17 atm dan suhu 70 °C. Reaksi yang terjadi terdiri tiga tahapan reaksi, yaitu tahap inisiasi, tahap propagasi dan tahap terminasi. Reaksi 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 produk polipropilen dan sisa gas yang tidak bereaksi. Produk polipropilen dan sisa gas yang tidak bereaksi keluar dari



PRA RENCANA PABRIK PABRIK POLIPROPILEN DARI PROPILEN DENGAN PROSES UNIPOL

reaktor kemudian dilewatkan *expander* untuk diturunkan tekanannya menjadi 1 atm yang kemudian akan dialirkan menuju *cyclone* dan *bag filter* untuk dilakukan pemisahan dengan suhu 69,99 °C dan tekanan 1 atm. Gas yang tidak bereaksi tersebut dipisahkan dan dilewatkan 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 dari *cyclone* dan *bag filter* ditampung pada *product bin*. Produk yang keluar dari *product bin* akan di umpangkan menuju *extruder*.

4. Pembentukan Pellet Polipropilen

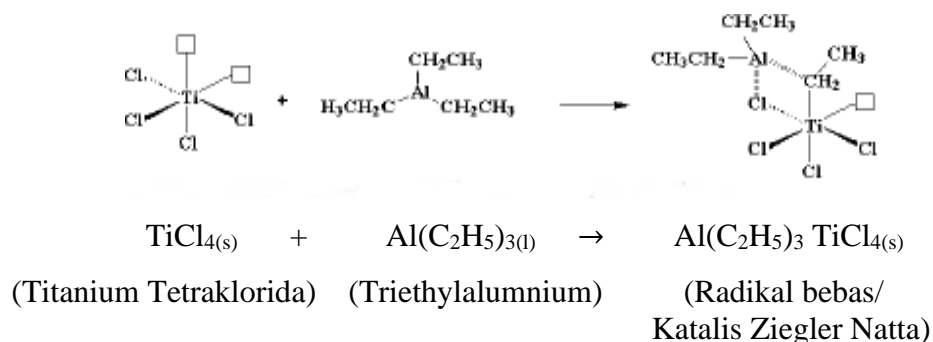
Pada *extruder palletizer* ditambahkan adiktif berupa pentaerythritol tetrakis yang berfungsi untuk meningkatkan kualitas dari produk yang dihasilkan. Produk pellet keluaran dari *extruder palletizer* dengan suhu 120 °C akan didinginkan terlebih dahulu menggunakan *cooling screw conveyor* menjadi 30 °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

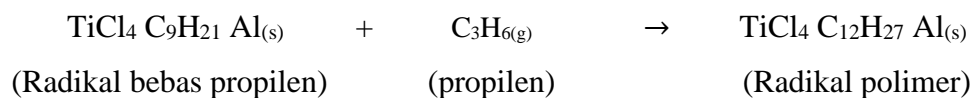
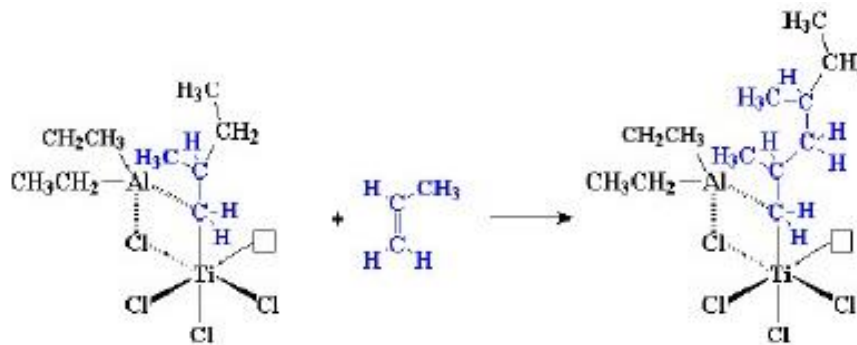
Pada tahap ini terjadi proses pengaktifan katalis oleh kokatalis membentuk suatu senyawa kompleks yang mempunyai sisi aktif. Reaksi alkilasi oleh kokatalis triethylaluminium sebagai berikut (Malpass, 2012).



2. Tahapan Propagasi

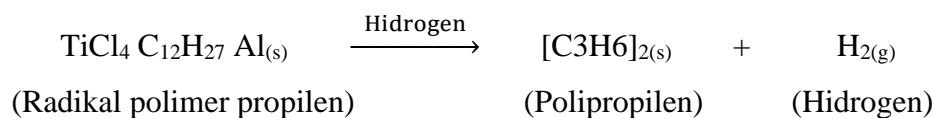
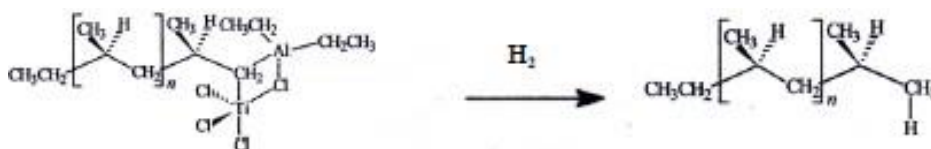
Pada tahap ini radikal bebas yang terbentuk akan menyerang monomer

propilen lainnya sehingga akan terbentuk rantai polimer yang panjang. Tahap ini terjadi secara terus menerus dan tidak terjadi pengakhiran.



3. Tahapan Terminasi

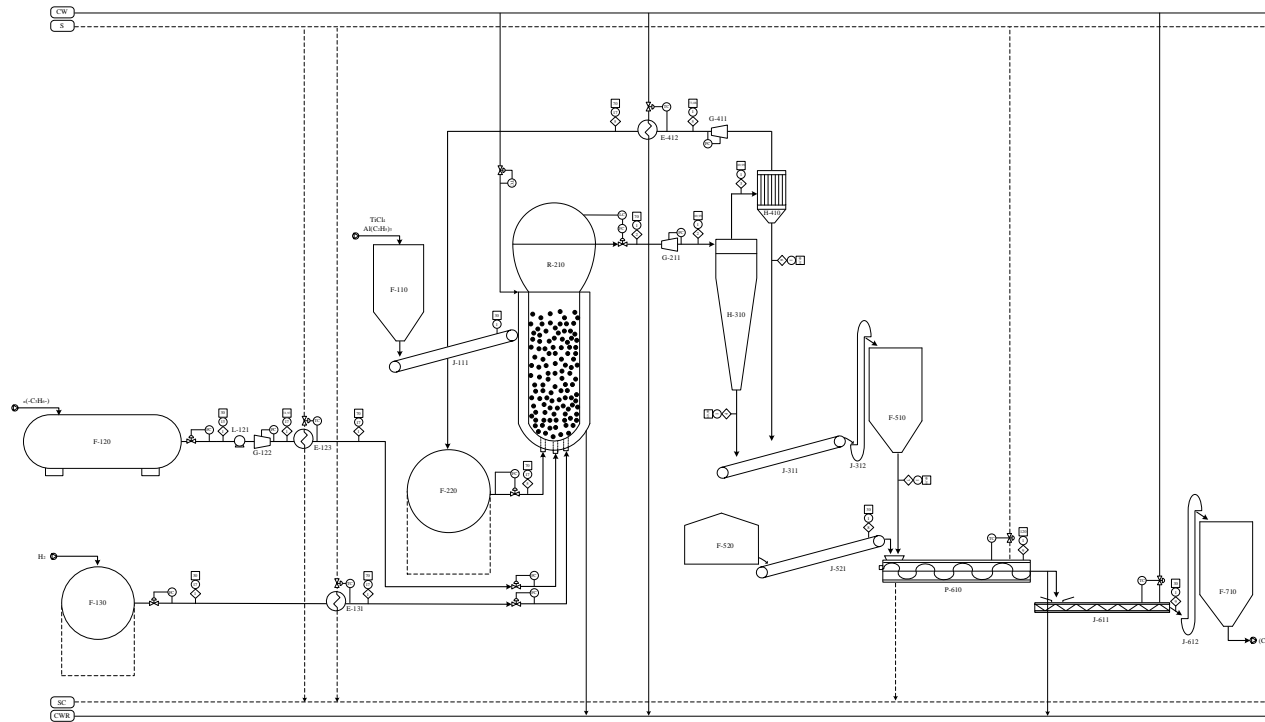
Pada tahap ini terjadi pemberhentian ujung melalui reaksi hidrogenasi. Hidrogen sebagai terminator akan berikatan dengan sisi aktif katalis sehingga akan terjadi pemotongan ikatan rantai panjang radikal polimer membentuk senyawa polimer dan senyawa hidrid. Senyawa hidrid akan berikatan kembali dengan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





PRA RENCANA PABRIK
PABRIK POLIPROPILEN DARI PROPILLEN DENGAN PROSES
UNIPOL

PRA RENCANA PABRIK POLIPROPILEN DARI PROPILLEN DENGAN PROSES UNIPOL



KETERANGAN			
◇	Flow mass (kg/jam)		
□	Temperature (°C)	○	Pressure (atm)
CW	Cooling Water	SC	Steam Condensate
S	Steam	CWR	Cooling Water Return

24	F-710	Hopper Polipropilen
23	J-612	Bucket Elevator
22	J-611	Cooling Screw Conveyor
21	P-610	Extruder Pelletizer
20	J-521	Belt Conveyor Aditif
19	F-520	Gudang Penyimpanan Aditif
18	F-510	Product Bin
17	E-412	Cooler
16	G-411	Kompresor Recycle
15	H-410	Bag filter
14	J-312	Bucket Elevator
13	J-311	Belt Conveyor
12	H-310	Cyclone
11	F-220	Tangki Penyimpanan Gas Recycle
10	G-211	Expander
9	R-210	Fluidized Bed Reactor
8	E-131	Heater Hidrogen
7	F-130	Tangki Penyimpanan Hidrogen
6	E-123	Heater Propilen
5	G-122	Kompresor Propilen
4	L-121	Pompa Propilen
3	F-120	Tangki Penyimpanan Propilen
2	J-111	Belt Conveyor
1	F-110	Tangki Penyimpanan Katalis
NO.	KODE	NAMA ALAT

DIGAMBAR OLEH:	
MUZDALIFAH	(19031010027)
DOSEN PEMBIMBING	
PROF. DR. IR. NI KETUT SARI, MT	
FLOWSHEET PABRIK POLIPROPILEN DARI PROPILLEN	
DENGAN PROSES UNIPOL	
	PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
	FAKULTAS TEKNIK
	UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR 2023

Komponen	Aliran Massa (Kg/jam)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
C ₃ H ₆	51025,5107	1020,5102	1020,5102		1020,5102				
C ₃ H ₈	0,5103	0,5103	0,5103		0,5103				
H ₂	9,8868	9,8868	9,8868		9,8868				
(C ₃ H ₆) _n		50005,0005	5000,5001	45004,5005		5000,5001	50005,0005		50505,0505
C ₇₃ H ₁₀₈ O ₁₂								500,0500	
H ₂ O								5,0510	5,0510
Total	51036,9078	51037,9078	6031,4074	45004,5005	1030,9073	5000,5001	50005,0005	505,1010	50510,1015