

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Perkembangan industri di Indonesia saat ini mengalami kemajuan yang sangat pesat khususnya di bidang kimia. Salah satu industri yang bernilai tinggi yaitu di industri petrokimia. Industri petrokimia adalah industri yang memproduksi berbagai macam produk dengan bahan baku dari hasil proses pengolahan minyak dan gas bumi.

Polipropilena yaitu salah satu jenis polimer yang dibuat dengan bahan baku propilena yang merupakan hasil proses pengolahan minyak bumi, dalam industri propilena digunakan dalam industri polimer. Sebagian besar kehidupan manusia dikelilingi oleh produk - produk berbasis polimer, mulai dari pembungkus makanan, pakaian, sepatu, ban kendaraan bermotor, lem, cat tembok, otomotif, alat-alat rumah tangga serta furnitur. Produk – produk yang berbahan dasar polimer paling digandrungi karena sifatnya yang murah, ringan, elastis, dan beraneka ragam warna.

Polipropilena termasuk jenis plastik paling ringan dengan kepadatan 0,913 g / cm³, dan titik leleh yang tinggi sekitar 150 – 170 °C. Sifat unggul lainnya yaitu permukaannya yang licin, tahan terhadap gesekan. Karena sifat yang dimilikinya, penggunaan polipropilena sangat luas dan semakin berkembang pada industri polimer. Menurut Wibi P Pratama selama Januari-Agustus 2018, total impor produk ini mencapai US\$5,9 miliar atau meningkat 18,7% secara tahunan (Ekonomi.Bisnis 2018).

Dengan bertambah banyak industri-industri kimia di Indonesia, terutama industri-industri yang berbahan polimer maka dapat dipastikan akan kebutuhan polipropilena sebagai salah satu bahan industri yang berbasis polimer. Sehingga penting sekali adanya perencanaan pendirian pabrik polipropilena di Indonesia, untuk membantu menyediakan bahan

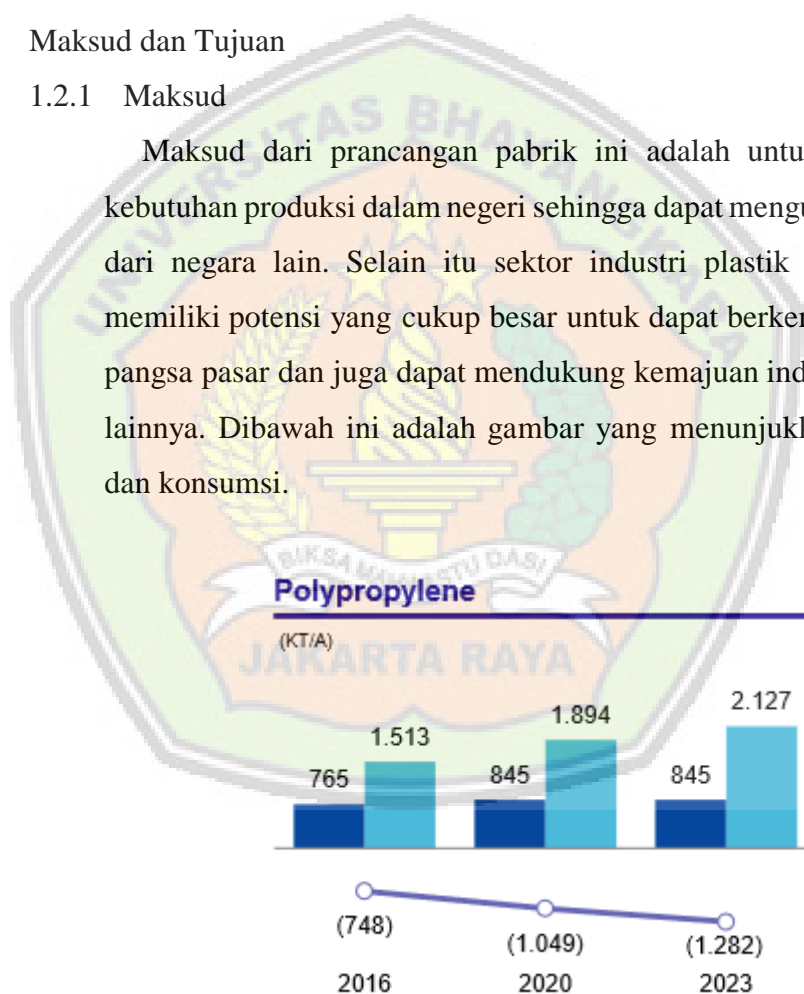
dalam industri-industri tersebut serta diharapkan juga dapat menjadi komoditi ekspor.

Untuk memenuhi kebutuhan polipropilen di Indonesia, masih mengandalkan produksi lokal dan impor. Namun, produksi polipropilen hanya di produksi oleh beberapa perusahaan yaitu PT Polytama, PT Pertamina, dan PT Chandra Asri. Berdasarkan hal tersebut pendirian pabrik polipropilen perlu didirikan guna mengurangi jumlah impor.

1.2 Maksud dan Tujuan

1.2.1 Maksud

Maksud dari prancangan pabrik ini adalah untuk memenuhi kebutuhan produksi dalam negeri sehingga dapat mengurangi import dari negara lain. Selain itu sektor industri plastik di Indonesia memiliki potensi yang cukup besar untuk dapat berkembang dalam pangsa pasar dan juga dapat mendukung kemajuan industri-industri lainnya. Dibawah ini adalah gambar yang menunjukkan kapasitas dan konsumsi.

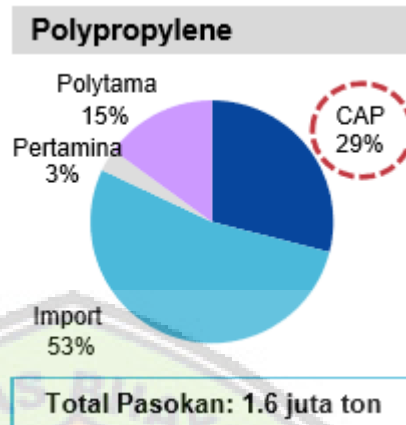


Sumber : Public Expose Chandra Asri Petrochemical

Gambar 1.1 kapasitas dan konsumsi Polipropilena

Gambar diatas menunjukkan grafik berwarna biru dengan 765 yaitu kapasitas dan grafik dengan biru muda yaitu konsumsi

Polipropilena, dengan ini dapat mengambil kesimpulan bahwa konsumsi lebih besar di banding dengan kapasitas.



Sumber : Public Expose Chandra Asri Petrochemical

Gambar 1.2 Pasokan Polipropilena di Indonesia

Gambar di atas menunjukkan yang memproduksi Polipropilena di Indonesia ada 3 PT, dengan adanya 3 PT tersebut konsumsi di Indonesia belum terpenuhi, maka dari itu Indonesia mengimpor sebesar 53%.

1.2.2 Tujuan

Tujuan dari prarancangan pabrik Polipropilena diantaranya :

1. Membantu memenuhi kebutuhan Polipropilena di Indonesia.
2. Menambah pendapatan Negara.
3. Membuka lapangan kerja baru dan mengurangi pengangguran.
4. Membuka peluang bagi pengembangan industri-industri dengan bahan baku polipropilena sehingga tercipta produk yang mempunyai nilai ekonomis yang lebih tinggi.

1.3 Penentuan Kapasitas Produksi

1.3.1 Kebutuhan Produk

Permintaan akan polipropilen diperkirakan akan semakin meningkat, mengingat semakin berkembangnya industri polimer yang membutuhkan bahan baku seperti polipropilen. Untuk memenuhi kebutuhan polipropilen di Indonesia, yang masih mengandalkan produksi impor dan lokal.

Berikut merupakan data perkembangan impor Polipropilen di Indonesia ditunjukkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 1.1 Data perkembangan Impor Polipropilena di Indonesia
Periode 2013-2017

Tahun	Import (Ton)
2013	615117,576
2014	636206,167
2015	596970,702
2016	703898,288
2017	737091,761

Sumber : (United Nations Data, 2018)

1.3.2 Penentuan Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi merupakan salah satu hal yang harus diperhatikan dalam merancang suatu pabrik dimana kapasitas produksi dapat mempengaruhi perhitungan teknis maupun ekonomis.

Pabrik polipropilen direncanakan akan didirikan pada tahun 2023, untuk memenuhi kebutuhan polipropilen dalam negeri, maka kebutuhan polipropilena untuk beberapa tahun mendatang dapat diprediksi jumlahnya dengan cara menggunakan metode *Least Square*, dengan persamaan regresi linier sebagai berikut : (Peter, M.S & Timerhause, K.D., 1981)

Tabel 1.2 Data kebutuhan setiap tahun polipropilena dalam negeri sebagai berikut :

tahun	tahun ke - (x)	kebutuhan (y)	x ²	y ²	xy
2013	1	1.380.118	1	1.904.724.523.584,1	1380117,58
2014	2	1.401.206	4	1.963.378.722.439	2802412,33
2015	3	1.361.971	9	1.854.964.193.106	4085912,11
2016	4	1.468.898	16	2.157.662.180.489	5875593,15
2017	5	1.502.092	25	2.256.279.658.464	7510458,81
	15	7.114.284	55	10.137.009.278.083	21654494

Di mana : $a = \bar{y}$ dan $y = a + b(x - \bar{x})$

$$b = \frac{\sum(\bar{x} - x)(\bar{y} - y)}{\sum(\bar{x} - x)^2}$$

$$\sum(\bar{x} - x)(\bar{y} - y) = \sum xy - \left(\frac{\sum x \cdot \sum y}{n}\right)$$

$$\sum(\bar{x} - x)^2 = \sum x^2 - \left(\frac{(\sum x)^2}{n}\right)$$

Keterangan : \bar{x} = rata-rata x

\bar{y} = rata-rata y

x = Tahun yang diobservasi

y = Kebutuhan polipropilen

n = Jumlah data yang diobservasi (tahun)

Berdasarkan data yang diperoleh dari tabel kebutuhan polipropilena maka persamaannya adalah :

$$\bar{x} = \frac{15}{5} = 3$$

$$a = \bar{y}$$

$$\bar{y} = \frac{7.114.284}{5} = 1422856,899$$

$$a = 1422856,899$$

$$b = \frac{\sum(\bar{x}-x)(\bar{y}-y)}{\sum(\bar{x}-x)^2}$$

$$b = \frac{\sum XY - \frac{\sum X \cdot \sum Y}{n}}{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}}, \text{ maka } b = \frac{21654494 - \frac{15 \times 7.114.284}{5}}{55 - \frac{(15)^2}{5}}$$

$$b = \frac{21654494 - 21342852}{55 - 45}$$

$$b = \frac{311642}{10}$$

$$b = 31164,2$$

Sehingga persamaan regresinya menjadi sebagai berikut :

$$y = a + b(x - \bar{x})$$

$$y = 142.2856,899 + 31.164,2 (x - 3)$$

$$y = 142.2856,899 + 31.164,2x - 93492,6$$

$$y = 31164x + 1.329.364,299$$

Dengan menggunakan persamaan di atas, maka proyeksi kebutuhan pada tahun 2023 adalah :

$$x = 11$$

$$y = 31164x + 1.329.364,299$$

$$y = 31164 (11) + 1.329.364,299$$

$$y = 1.672.170 \text{ setara dengan } 1.672.170$$

Maka peluang kebutuhan polipropilena di Indonesia pada tahun 2023 diperkirakan sebesar:

Peluang = Total kebutuhan dalam negeri – kapasitas produksi dalam negeri

$$\text{Peluang } T_{2023} = (1.672.170 - 765.000) \text{ Ton/Tahun}$$

Peluang $T_{2023} = 907.170,499$ Ton/Tahun

Berdasarkan perhitungan persamaan diatas kapasitas yang di dapat untuk polipropilena di Indonesia pada tahun 2023 15% dari hasil diatas sebesar 200.000 Ton/Tahun atau kekurangan dari kebutuhan polipropilena.

1.4 Penentuan Lokasi Pabrik

1.4.1 Ketersediaan Bahan Baku

Ketersediaan bahan baku merupakan bagian yang penting dalam mempertimbangkan lokasi pendirian pabrik. Hal ini mempengaruhi biaya yang dibutuhkan untuk transportasi dari lokasi berdirinya pabrik dengan sumber bahan baku. Berdasarkan beberapa pertimbangan tersebut maka lokasi yang cocok untuk mendirikan pabrik polipropilena berada di Kawasan Industri Krakatau Estate Cilegon. Lokasi ini kami pilih karena berada diantara 3 sumber bahan baku utama untuk memproduksi polipropilena yaitu Propilena ini dapat disuplai dari PT. Chandra Asri, sedangkan untuk kebutuhan hidrogen dan nitrogen dari PT. Air Liquid Indonesia yang berlokasi di Cilegon

1.4.2 Sarana Transportasi

Transportasi dapat mempengaruhi kelancaran produksi suatu pabrik, karena dalam pengiriman produk maupun penyediaan bahan baku sangat bergantung pada transportasi, transportasi dalam suatu industri dapat mempermudah dan memperlancar dalam proses pengiriman. Oleh sebab itu maka pabrik polipropilena ini di dirikan dengan beberapa pertimbangan antara lain dekat dengan jalan raya, jalan tol, pelabuhan, bahan baku serta pasar.

1.4.3 Pemilihan Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik berada di daerah Kawasan Industri Krakatau Estate Cilegon. Alasan pemilihan lokasi ini adalah karena pabrik dekat dengan bahan baku polipropilen dari PT Candra Asri.



Sumber : googlemaps.com

Gambar 1.3 Lokasi Pendirian Pabrik

Dalam penyusunan tata letak alat-alat proses diurutkan berdasarkan urutan kerja dan fungsinya masing-masing alat. Tata letak Dalam penyusunan tata letak alat-alat proses diurutkan berdasarkan urutan kerja dan fungsinya masing-masing alat. Tata letak proses didesain dengan pertimbangan :

1. Peralatan terletak dalam lokasi yang memadai, sehingga memberikan cukup ruang gerak dalam pemasangan, perawatan dan pemeliharannya.
2. Peralatan disusun berdasarkan urutan prosesnya, sehingga proses yang terjadi berjalan secara efisien secara teknis maupun ekonomis dan memudahkan dalam kontrol pengawasan operator.

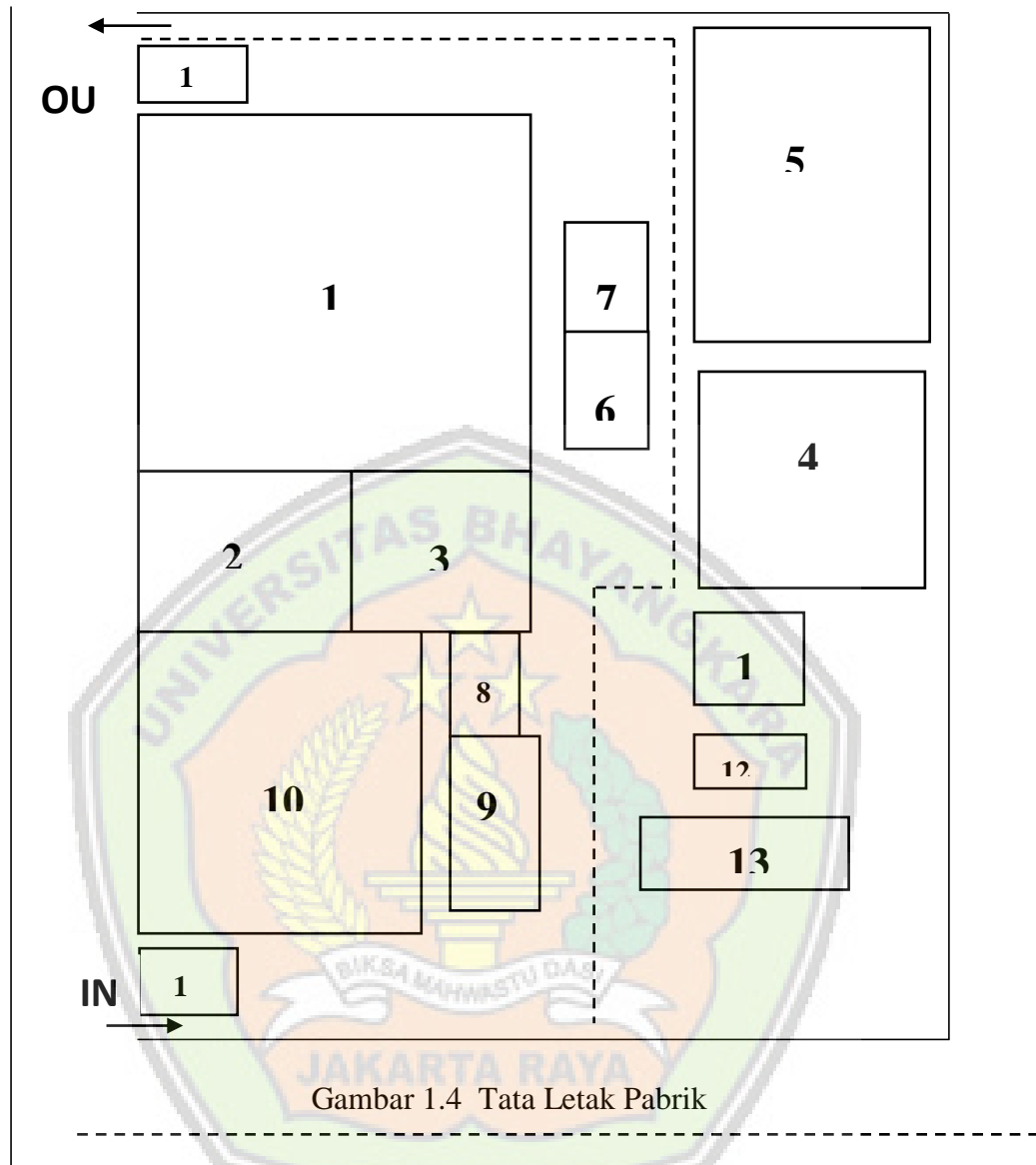
3. Untuk peralatan yang memiliki resiko tinggi diberikan jarak yang cukup, sehingga memberikan kemudahan dalam penanggulangan bahaya baik berupa kecelakaan kerja maupun kebakaran.
4. Unit Utilitas dan Peralatan Produksi ditempatkan secara terpisah, sehingga operasi berjalan dengan aman.
5. Ruas jalan dalam pabrik harus dibuat lebar dan harus memperhatikan keselamatan pekerja, sehingga lalu lintas dalam pabrik dapat berjalan dengan baik. Dan perlu juga terdapat jalan pintas agar memudahkan dalam proses evakuasi apabila terjadi hal-hal yang darurat.
6. Letak alat ukur dan alat kontrol harus mudah dijangkau oleh operator. Letak bahan baku, serta bahan penunjang harus terletak dekat dengan proses dan tidak jauh dari jalan utama.

Berikut keterangan tabel pada denah di bawah ini :

Tabel 1.3 Keterangan Denah Lokasi Pabrik

No	Keterangan	No	Keterangan
1	Daerah Proses	8	Kantin
2	Gudang Produk	9	Office
3	Gudang Bahan Baku	10	Gedung Perluasan
4	Laboratorium	11	Masjid
5	Pengolahan Air	12	Klinik
6	Ruang Operator	13	Parkiran
7	Pembangkit Listrik	14	Pos Keamanan

Denah keseluruhan pabrik disajikan pada gambar 1.4 berikut ini :



Gambar 1.4 Tata Letak Pabrik

1.4.4 Sumber Daya Manusia

Ketersediaan tenaga kerja berdasarkan kualifikasi merupakan pertimbangan yang sangat penting, oleh sebab itu dibutuhkan tenaga kerja yang berkualitas serta ahli dalam proses produksi secara keseluruhan. Selain itu tenaga kerja pendukung juga diperlukan dalam proses produksi diperindustrian, namun dapat terpenuhi dari masyarakat yang tinggal di sekitar lokasi pabrik. Hal ini berdampak pada terciptanya lapangan kerja baru sehingga mengurangi jumlah pengangguran.

1.5 Pemilihan Proses

a. Macam – macam Proses

Berdasarkan perkembangan teknologi, proses pembuatan polipropilena ada tiga jenis. Ketiga jenis proses ini didasarkan pada fase reaksi polimerisasinya, yaitu fase cair, liquid bulk, dan fase gas.

- Fase Cair

Proses ini merupakan proses konvensional. Polipropilena homopolimer diproduksi dengan mereaksikan polipropilena, pelarut, dan katalis menjadi resin yang mengandung sekitar 8% ataktik. Resin dilarutkan dalam pelarut heptana atau heksana untuk menurunkan kadar ataktiknya dan dicuci dengan menggunakan xylene. Sisa Titanium dari katalis dihilangkan dengan melarutkan resin dalam alkohol selanjutnya dicuci dengan air (degashing).

Proses fasa cair ini merupakan proses pertama kali ditemukan pembuatan polipropilena yang dilakukan secara batch tergantikan oleh proses kontinu seperti proses hercules. Pada proses ini reaksi polimerisasi dilaksanakan dalam reaktor tangki berpengaduk yang disusun secara seri. Katalis, kokatalis, dan kerosin pengencer diumpankan ke reaktor pertama secara kontinu. Monomer diumpankan ke setiap reaktor. Temperatur polimerisasi dikendalikan pada rentang 55 °C, dan tekanan dikendalikan pada 5-6 atm.

- Liquid Bulk

Proses ini dikembangkan menjadi proses Spheripol untuk menghasilkan homopolymer atau random copolymer. Reaktor yang digunakan adalah reaktor loop tubular. Untuk membentuk copolymer digunakan reaktor unggun terfluidakan.

Reaktan dan katalis dimasukkan ke dalam reaktor pipa berbentuk loop pada suhu 60-80 °C. Dan tekanan 30-35 atm.

Reaktan cair disirkulasikan menggunakan pompa pada dasar loop. Produk reaktor masuk ke dalam flash drum pada tekanan 15-20 atm. Gas propilena dikondensasikan menggunakan water cooled heat exchanger dan di daur ulang ke dalam reaktor.

Produk yang dihasilkan lebih seragam, karena kondisi laju cairan yang mempunyai turbulensi tinggi dalam loop reaktor yang menghasilkan campuran yang homogen. Proses ini mampu menghasilkan konversi 99% dengan biaya operasi rendah.

- Fase Gas

Proses ini dikembangkan oleh BASF yang mengembangkan proses Novolea, yang kemudian dikomersialkan pada tahun 1997 dengan menggunakan reaktor fase gas dengan pengaduk mekanik vertikal dalam reaktor. Kemudian pada tahun 1998 Union Carbide Corporation mengembangkan proses pembuatan polipropilena dalam fase gas dengan menggunakan SHAC.

Pada proses ini polipropilena dipolimerisasi dalam sebuah reaktor fluidized bed yang mengandung unggun dari serbuk polipropilena. Reaktan dan katalis dimasukkan langsung ke dalam reaktor pada suhu 40-95 °C dan tekanan 17-30 atm. Gas propilena didaur ulang ke dalam reaktor. (Jurnal amerika)

Dari proses yang telah dijelaskan diatas dapat disimpulkan dengan menggunakan table perbandingan dari ketiga proses tersebut

Tabel 1.4 Perbedaan Proses

Kondisi	Proses Hercules	Proses Spheripol	Proses Unipol
Umpan	-Propilena -Pelarut -Katalis	-Propilena -H ₂ -Katalis	-Propilena -H ₂ -Katalis

Katalis	TiCl ₄	TiCl ₄	TiCl ₄
Kokatalis	Al(C ₂ H ₅) ₃	Al(C ₂ H ₅) ₃	Al(C ₂ H ₅) ₃
Pelarut	-Heptana -Heksana	Tidak Ada	Tidak Ada
Tambahan Proses	Deashing	Tidak Ada	Tidak Ada
Jenis Reaktor	Tangki Berpengaduk Seri	Loop Tubular	Fluidized Bed
Fase Reaksi	Cair	Liquid Bulk	Gas
Suhu (°C)	55-70	60-80	60-80
Tekanan Reaksi (atm)	5-6	30-35	30-35
Kemurnian Produk	Tinggi	Tinggi	Sangat Tinggi

Dari tabel di atas, dipilih proses unipol dengan pertimbangan :

- Kemurnian Produk yang dihasilkan tinggi
- Tidak menggunakan pelarut
- Hemat energi
- Tidak menggunakan lahan yang besar
- Investasi alat lebih murah

1.6 Uraian Proses

1.6.1 Proses Persiapan Bahan Baku

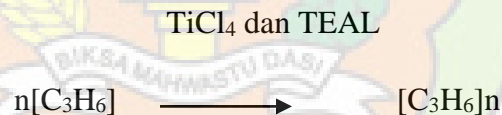
Propilen sebagai bahan baku yang disuplai oleh PT Candra asri memiliki temperatur 27 °C dan tekanan 13 atm di masukkan ke dalam tangki penampung, selanjutnya nitrogen dan hidrogen disuplai oleh PT. Air Liquid Indonesia di simpan pada tangki penampung masing-masing. Sedangkan katalis dan kokatalis oleh

PT. Famico yang terletak pada Harbury di simpan pada tangki penyimpanan dengan masing-masing temperatur 30 °C dan tekanan 1 atm yang selanjutnya akan dimasukkan ke dalam mixer untuk proses aktivasi katalis dengan temperatur 67 °C dan tekanan 1 atm.

1.6.2 Proses Reaksi

Nitrogen di alirkan ke dalam reaktor untuk mengkondisikan reaktor agar tidak adanya CO₂ pada saat terjadinya reaksi, selanjutnya resin propilen sudah di masukkan terlebih dahulu, propilen dalam fase gas di alirkan menuju reaktor yang sebelumnya sudah dimasukkan ke dalam expander dan selanjutnya dimasukkan ke dalam kompresor lalu blower, untuk katalis yang keluar dari mixer dimasukkan ke dalam reaktor dengan cara spray pada suhu 67 °C dan tekanan 17 atm, untuk memberhentikan rantai pada polimer di alirkan hidrogen ke dalam reaktor, berikut adalah reaksi polipropilen.

Tahap reaksi yang terjadi



(Kirk Othmer, 1997)

Selanjutnya gas C₃H₆ yang tidak bereaksi, N₂ dan produk yang terbawa oleh gas tersebut masuk kedalam cyclone untuk proses pemisahan antara produk dan gas C₃H₆, N₂, untuk gas dimasukkan ke dalam tangki limbah gas.

Polipropilen keluar dari reaktor di pindahkan dengan belt conveyor ke purge bin. Purge bin bekerja pada tekanan 1 atm dan temperatur 186 °C. Pada purge bin terjadi pemisahan katalis dengan adanya penambahan N₂, keluar purge bin di masukkan kedalam ekstruder untuk proses mengubah menjadi pelet dengan ukuran 3mm. Selanjutnya produk yang sudah menjadi pelet di

saring dengan vibrate screen untuk menyama ratakana ukuran pelet dengan ukuran 6 mesh, sedangkan untuk produk yang tidak tersaring selanjutnya akan di masukkan kembali ke dalam ekstruder.

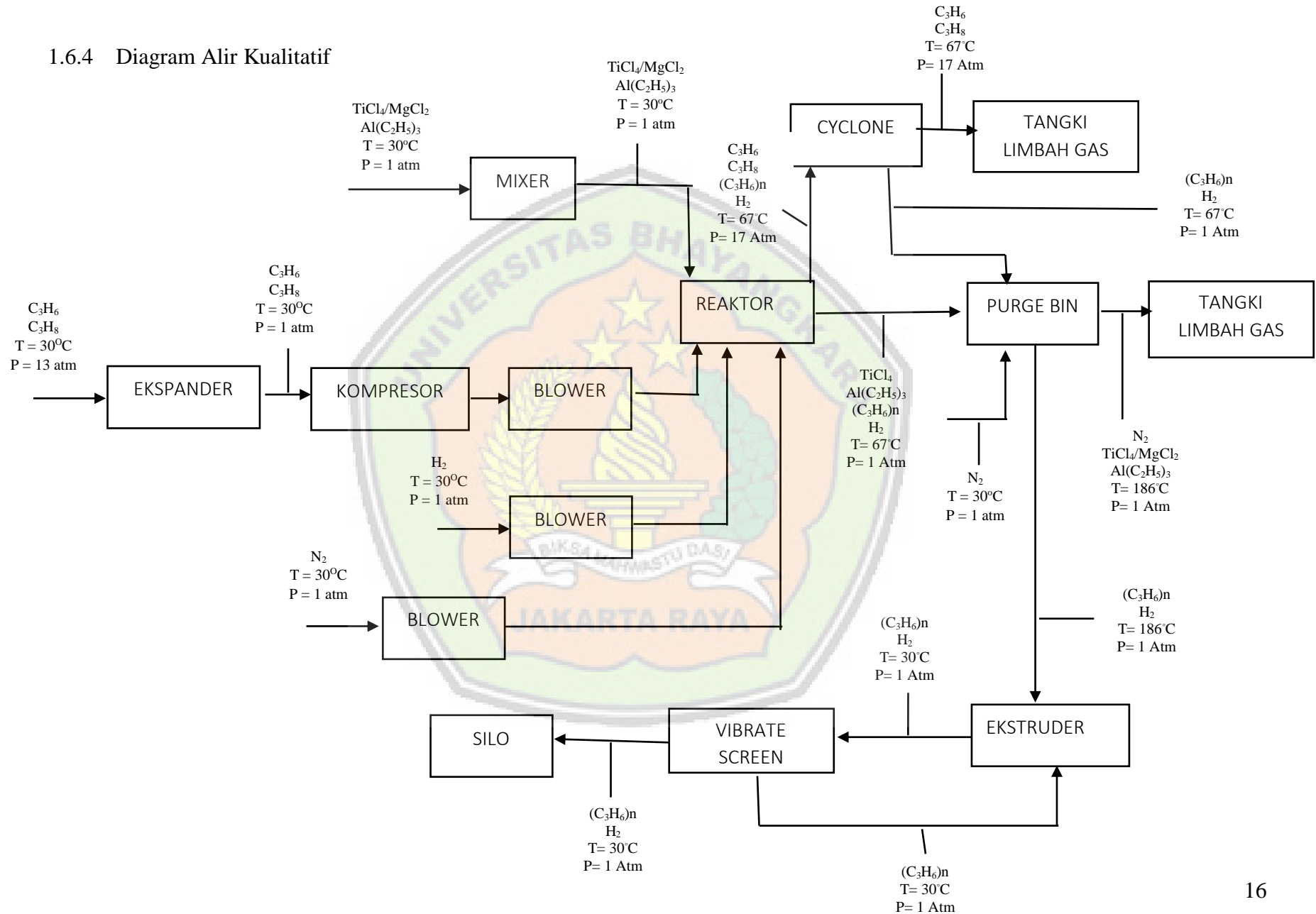
1.6.3 Proses Finishing

Selanjutnya produk yang sudah menjadi pelet di saring dengan vibrate screen untuk keseragaman produk ukuran pelet dengan ukuran 6 mesh, sedangkan untuk produk yang tidak tersaring selanjutnya akan di masukkan kembali ke dalam ekstruder.

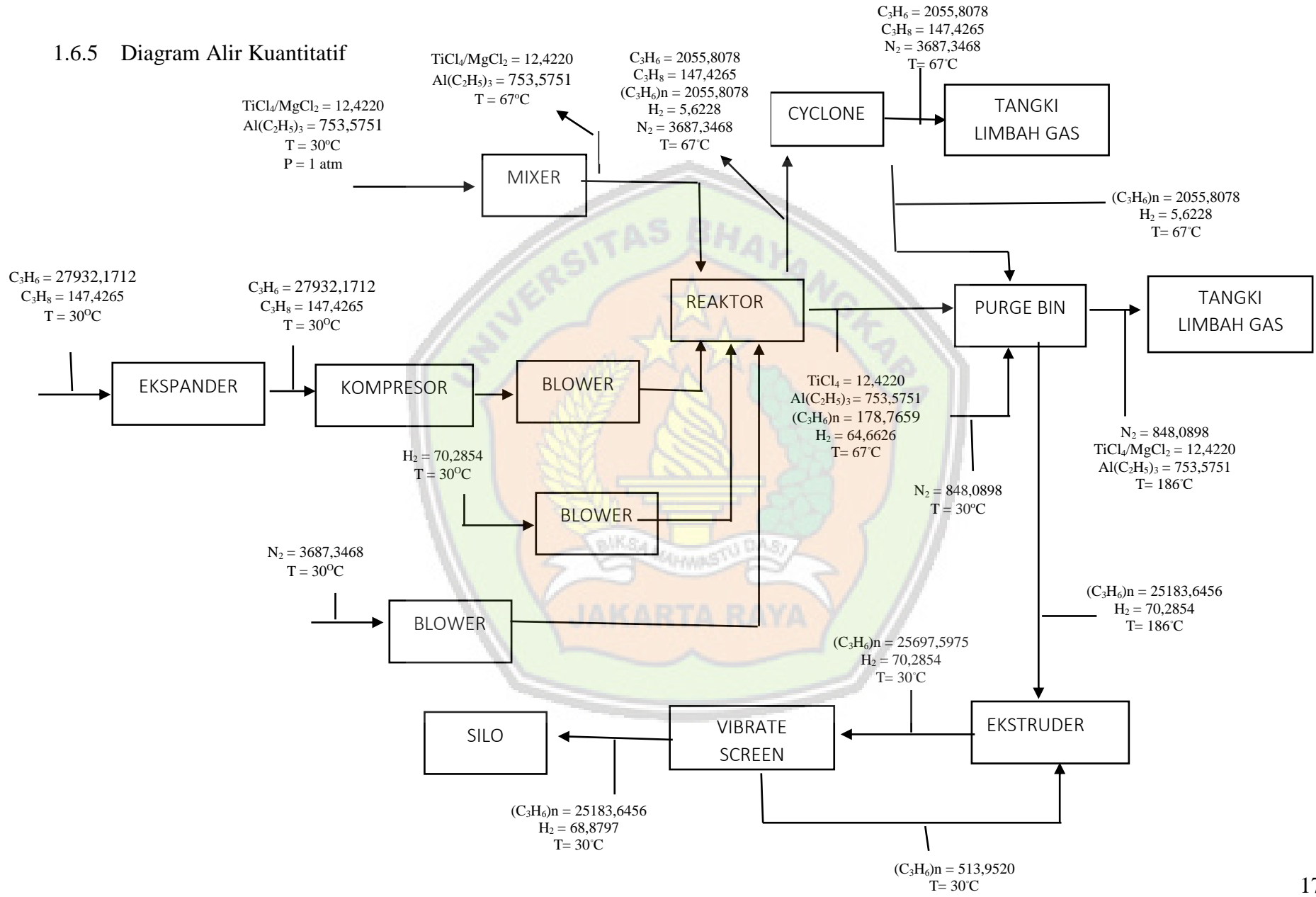
Polipropilen yang telah berukuran 6 mesh kemudian disimpan di simpan ke dalam silo.



1.6.4 Diagram Alir Kualitatif



1.6.5 Diagram Alir Kuantitatif

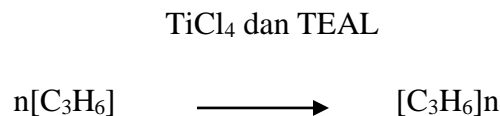


1.7 Tinjauan Pustaka

1.7.1 Dasar Reaksi

Proses pembuatan polipropilena Homopolimer ini merupakan proses polimerisasi dengan bahan baku propilena dengan bantuan katalis $TiCl_4$ dan Ko-katalis $Al(C_2H_5)_3$.

Tahap reaksi yang terjadi



(Kirk Othmer, 1997)

Reaksi polimerisasi pembentukan polipropilena merupakan reaksi polimerisasi pertumbuhan rantai atau yang dikenal dengan polimerisasi adisi. Pada polimerisasi adisi kereaktifan polimer dapat diabaikan terhadap kereaktifan monomernya. Dalam reaksi ini ada tiga tahapan yaitu :

- Inisiasi

Tahap ini dimulai dengan proses pengaktifan katalis oleh ko-katalis. Katalis yang digunakan adalah $TiCl_4$ dan ko-katalisnya adalah $Al(C_2H_5)_3$. Setelah katalis diaktifkan oleh ko-katalis membentuk radikal bebas Ti akan terbentuk rantai polipropilena sebagai hasil penyisipan monomer polipropilena di antara atom Ti dengan gugus metil.

- Propagasi

Radikal propilena yang terbentuk akan menyerang monomer propilena lain secara terus menerus sehingga membentuk radikal polimer panjang. Pada tahap ini tidak terjadi penghentian sampai tidak ada lagi gugus fungsi yang tersedia untuk reaksi. Cara penghentian reaksi dengan menggunakan penghentian ujung.

- Terminasi

Pada tahap ini terjadi reaksi hidrogenasi. Hidrogen sebagai terminator akan bergabung dengan sisi aktif katalis sehingga terjadi pemotongan radikal polimer menjadi senyawa polimer dan senyawa hidrid. Senyawa hidrid akan bergabung kembali dengan monomer propilena lainnya untuk membentuk rantai propilena yang baru.

1.7.2 Polimer

Polimer merupakan suatu senyawa sederhana yang tersusun secara berulang dan mempunyai berat molekul yang sangat besar. Panjang rantai polimer tersebut tergantung pada banyaknya unit pengulangan yang disebut dengan derajat polimerisasi (DP). Berat molekul polimer dapat ditentukan dari berat molekul repeating unit dan derajat polimerisasi. Adapun bentuk-bentuk polimer sebagai berikut :

- Homopolimer

Homopolimer adalah polimer yang terbentuk dari satu macam monomer yang terjadi pada satu reaktor. Polimer ini memiliki berat jenis paling ringan, tingkat kejernihannya yang lebih baik dibandingkan kopolimer, permukaan kristal yang halus.

- Kopolimer random

Kopolimer random adalah polimer yang mengandung etilen yang bereaksi bersama propilena dalam pembentukan rantai polimer. Kopolimer ini juga langsung dihasilkan dalam satu reaktor. Dibandingkan dengan homopolimer, polimer ini memiliki sifat pengkristalan yang lebih rendah.

- Kopolimer impak

Kopolimer impak adalah campuran antara homopolimer dengan fasa karet etilen-propilen. Jenis ini termasuk yang tidak dapat tembus cahaya.

1.7.3 Kegunaan Produk

Polipropilen yang di produksi secara komersial terdiri atas tiga jenis yaitu : Homopolimer, Kopolimer, dan Kopolimer Impak.

Homopolimer yaitu polimer dari satu macam monomer. Homopolimer dihasilkan langsung dalam satu reaktor. Polimer ini memiliki berat jenis paling ringan, tingkat kejernihan yang lebih baik dibandingkan kopolimer, permukaan kristal halus. Sebagai kemasan

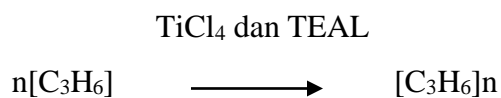
1. bagian otomotif
2. botol plastik
3. dan peralatan rumah tangga.

Kopolimer random mengandung etilena yang bereaksi bersama propilen dalam pembentukan rantai polimer. Kopolimer ini juga langsung dihasilkan dalam satu reaktor. Dibandingkan dengan homopolimer, polimer ini memiliki sifat pengkristalan yang lebih rendah.

Kopolimer impak/blok merupakan campuran antara homopolimer dengan fase karet etilen-propilena. Kopolimer ini memiliki titik leleh paling tinggi dengan dua atau lebih fasa lelehan, memiliki kekuatan dan kekerasan lebih rendah.

1.7.4 Kinetika Reaksi

Proses pembuatan Polipropilena dengan metode unipol dalam fasa gas memiliki reaksi utama yaitu :



Katalis diaktifkan pada suhu 67°C dan tekanan 1 atm, dengan lajureaksi $r_1 = k_1.p_{xy}.P_{O_2}$ dan konstanta didefinisikan :

Dari literatur “Encyclopedia of Chemical Technology” volume 13 didapatkan untuk kecepatan reaksi polimerisasi sebagai berikut :

$$dZ = \frac{F \times CA_0}{(-r_A) \times A} \times dXA$$

dengan

$$-r_A = k_p \times (C^*) \times C_A$$

Dimana =

(-r_A) = kecepatan polimerisasi

K_p = kecepatan propagasi (800 l/mol)

C* = konsentrasi situs aktif katalis (42 mol)

C = konsentrasi propilen

$$XA = 0,02$$

$$\begin{aligned} dZ &= \frac{F}{k_p \cdot C^* \cdot (1-XA)} \times XA \\ &= \frac{33169,5265}{800 \times 42 \times (1-0,002)} \times 0,02 \\ &= 0,0201467 \text{ kmol/jam} \end{aligned}$$

1.7.5 Tinjauan Termodinamik

Tinjauan secara Termodinamika adalah digunakan untuk mengetahui sifat reaksi tersebut, membutuhkan panas (endotermis) atau melepaskan panas (eksotermis), dan juga untuk mengetahui arah reaksi, apakah reaksi tersebut berjalan searah (irreversible) atau berbalik (reversible). Penentuan panas reaksi berjalan secara eksotermis/endotermis dapat dihitung dengan perhitungan panas pembentukan standar (ΔH_f^0) pada P= 1 atm dan T = 298 K.

Reaksi yang terjadi :



harga ΔH_f^0 298 reaksi dan ΔG reaksi masing-masing, komponen dapat di lihat dari tabel berikut :

Tabel 1.5 Harga ΔH_f^0 masing-masing komponen

Komponen	ΔH_f (kJ/kmol)
C3H6	19,7
(C3H6)n	8175,5

sumber : Yaws & Paul and Walter 1974

$$\Delta H_{298} = (n. \Delta H_f^0 \text{ produk}) - (n. \Delta H_f^0 \text{ reaktan})$$

$$\begin{aligned} \Delta H_{298} &= (\Delta H_f^0 \text{ (C3H6)n}) - (\Delta H_f^0 \cdot \text{C3H6}) \\ &= 8175,5 - 19,7 \\ &= 8155,8 \text{ kJ.mol} \end{aligned}$$

Harga ΔH_{298} bernilai positif, maka reaksi pembentukan polipropilen bersifat endotermis atau membutuhkan panas selama reaksi berlangsung. Energi Bebas Gibbs (ΔG) digunakan untuk menentukan apakah reaksi berlangsung secara spontan, tidak spontan, atau berada dalam kesetimbangan. Jika nilai ΔG adalah negatif maka reaksi berjalan spontan, jika bernilai positif maka reaksi berjalan tidak spontan, sedangkan jika ΔG adalah nol maka reaksi berada dalam kesetimbangan. Berikut adalah perhitungan nilai ΔG :

Tabel 1.6 Harga ΔH_G masing-masing komponen

Komponen	ΔH_G (kJ/kmol)
C3H6	62,72
(C3H6)n	26028,8

$$\Delta H_G^0 = \Delta H_G \text{ produk} - \Delta H_G \text{ Reaktan}$$

$$\Delta H_G^0 = (\Delta H_G \text{ (C3H6)n}) - (\Delta H_G \text{ C3H6})$$

$$\Delta H_G^0 = 26028,8 - 62,72$$

$$\Delta H G^0 = 25966,08 \text{ kJ/mol}$$

Perhitungan harga konstanta kesetimbangan (K) dapat ditinjau dari rumus sebagai berikut :

$$\Delta H G^0 = -RT \ln K$$

Atau

$$K = \exp^{-\Delta H G^0 / RT}$$

Dimana :

$\Delta H G$ = energi bebas Gibbs standar, (Kj/mol)

R = Tetapan gas ideal, (0,008314 Kj/mol. K)

T = Temperatur, K

K = Konstanta Kesetimbangan

(S.K Dogra & S. Dogra, 1990)

Dari persamaan diatas dapat dihitung konstanta kesetimbangan pada $T_{\text{referensi}} = 298 \text{ K}$ adalah sebagai berikut.

$$K_{298} = \exp \left[-\frac{\Delta G}{RT} \right]$$

$$K_{298} = \exp \left[-\frac{25966,08}{0,008314 \times 298} \right]$$

$$K_{298} = -2,913 \times 10^{15}$$

Reaksi dijalankan pada temperatur $350 \text{ }^\circ\text{C}$, sehingga harga konstanta kesetimbangan K pada temperatur $350 \text{ }^\circ\text{C}$ (623 K) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$\frac{K_{\text{operasi}}}{K_{298}} = \exp -\frac{\Delta H^{\circ}_{298}}{R} \left[\frac{1}{T_{\text{operasi}}} - \frac{1}{T_{298}} \right]$$

$$\frac{K_{\text{operasi}}}{-2,913 \times 10^{15}} = \exp -\frac{8155,8}{0,008314} \left[\frac{1}{340} - \frac{1}{298} \right]$$

$$K_{\text{operasi}} = 1,472 \times 10^6$$

$$K \gg \gg 1$$

Dari perhitungan diatas harga $K \gg 1$ sehingga dapat disimpulkan bahwa reaksi bersifat *irreversible* atau searah.

1.7.6 Menentukan n atau Repeating Unit

Untuk menentukan repeating unit dari polipropilena dengan cara sebagai berikut :

Menurut Malcom P. Stevens BM untuk suatu polimer yaitu berkisar antara 15.000 hingga 20.000.

BM Polipropilena = (BM Propilena)n

$$\begin{aligned} N &= \frac{\text{BM Polipropilena}}{\text{BM Propilena}} \\ &= \frac{17.500}{42,081} \\ &= 415,86 \end{aligned}$$

Jadi jumlah n nya yaitu 415,86

1.8 Spesifikasi Bahan Baku

1.8.1 Spesifikasi Bahan Baku

a. Propilen

Rumus molekul : C_3H_6

Wujud : gas (1 atm, 30 °C)

Cair (13 atm, 27 °C)

Berat molekul : g/mol

Densitas : g/cm³

Titik leleh : -185 °C

Titik Didih : -48 °C

Tekanan uap : 9 atm, 20 °C

b. Hidrogen

Rumus molekul : H_2

Wujud : gas (1 atm, 20 °C)

Berat Molekul	: 2 g/mol
Titik leleh	: -259 °C
Titik Didih	: -253 °C
Temperatur Kritis	: -240 °C
Warna	: tidak berwarna
Bau	: tidak berbau

c. Nitrogen

Rumus molekul	: N ₂
Wujud	: gas (1 atm, 20 °C)
Titik leleh	: 210 °C
Titik Didih	: -196 °C
Temperatur Kritis	: -147 °C
Warna	: tidak berwarna
Bau	: tidak berbau

1.8.2 Spesifikasi Katalis

a. TEAL (Trietil Alumunium)

Rumus molekul	: Al(C ₂ H ₅) ₃
Wujud	: Cair
Titik leleh	: -52,5 °C
Titik Didih	: 186 °C
Tekanan uap	: 3,3 Pa (25 °C)
Titik nyala	: <-52 °C

b. Titanium (IV) klorida

Rumus molekul	: TiCl ₄
Wujud	: cair

Tekanan uap	: 12 hpa (20 °C)
Titik leleh	: 24 °C
Titik didih	: 136,5 °C
Densitas	: 1,7260 gr/cm ³
Berat molekul	: 189,71

1.8.3 Spesifikasi Produk

a. Polipropilen

Rumus Molekul : (C₃H₆)_n

Wujud : pelet (3mm)

Titik leleh : 157 – 170 °C

Densitas : 0,903 gr/cm



