

BAB II

URAIAN PROSES

2.1 Deskripsi Proses

Dalam merancang pabrik LLDPE untuk menghasilkan produk berkualitas tinggi, pemilihan proses yang tepat sangatlah penting. Proses produksi LLDPE ini menggunakan bahan baku *ethylene* dan mengadopsi teknologi UNIPOL™ *Polyethylene* (UNIPOL™ PE), yang merupakan metode efisien untuk memproduksi *Linear Low Density Polyethylene* (LLDPE) dengan reaktor berfasa gas. Proses ini dibagi menjadi 4 sistem yaitu sistem purifikasi bahan baku, yang bertujuan untuk memastikan bahwa *ethylene* yang digunakan bebas dari kontaminan. Kedua, sistem reaktor, di mana reaksi polimerisasi berlangsung untuk mengubah *ethylene* menjadi LLDPE. Ketiga, sistem finishing, yang meliputi pemrosesan lebih lanjut untuk memenuhi spesifikasi produk. Terakhir, sistem recovery gas buang, yang bertanggung jawab untuk meningkatkan efisiensi penggunaan comonomer dan serta mengurangi konsumsi nitrogen. Setiap sistem memiliki peran penting dalam memastikan efisiensi dan kualitas produk akhir.

2.2 Tinjauan Proses

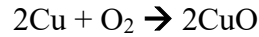
Proses produksi tersebut terbagi ke dalam 4 sistem yaitu Sistem purifikasi bahan baku, Sistem reaktor, Sistem finishing, dan Sistem recovery gas buang. Berikut adalah uraian dari masing-masing sistem.

2.2.1 Sistem Purifikasi Bahan Baku

Langkah pertama dalam proses produksi adalah melakukan proses pemurnian bahan baku untuk menghasilkan produk berkualitas tinggi dengan menghilangkan kontaminan/ impurities seperti O₂, CO₂, CO, dan H₂O. *Ethylene* adalah bahan baku utama dalam produksi LLDPE yang perlu dimurnikan sebelum dimasukkan ke dalam reaktor. Proses purifikasi *ethylene* terdiri dari dua unit utama yaitu Ethylene Deoxo Vessel (D-101) dan Ethylene Dryer (B-101A/B).

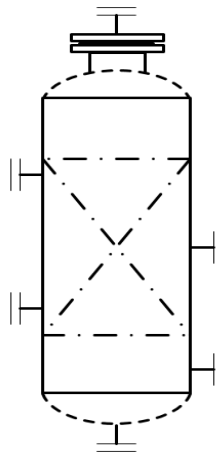
Ethylene dialirkan ke ethylene deoxo vessel (D-101) untuk menghilangkan kandungan O₂. O₂ diserap oleh katalis Cu, dan ketika katalis tersebut mencapai

jenuh, dilakukan regenerasi untuk mengambil kadar O₂ dengan menggunakan gas H₂. Reaksi yang terjadi dalam ethylene deoxo vessel adalah :



Selanjutnya, etilen dialirkan ke ethylene dryer (B-101A/B) untuk menghilangkan pengotor polar seperti H₂O, CO, dan CO₂ dengan bantuan molecular sieve (Al₂O₃.SiO₂). *Ethylene* yang telah dimurnikan kemudian diumpankan ke reaktor (R-101).

Kolom deoxo dan dryer akan mengalami kejenuhan setelah periode tertentu, sehingga perlu dilakukan prosedur regenerasi untuk mengembalikan kinerja unit purifikasi. Selama proses regenerasi, akan dihasilkan limbah gas yang dialirkan ke flare untuk dibakar sebelum dibuang ke lingkungan.



Gambar 2.1 Nitrogen *Deoxo Vessel*

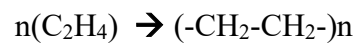
2.2.2 Sistem Reaktor

Cycle gas merupakan aliran gas yang terdiri dari bahan baku seperti ethylene, comonomer, nitrogen, dan hidrogen yang belum bereaksi, dan terus disirkulasikan untuk meningkatkan efisiensi pemakaian bahan baku.

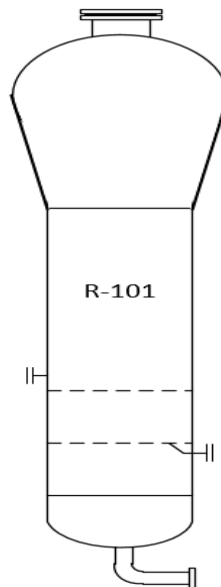
Cycle gas keluar dari bagian atas reaktor (R-101) dalam fase gas, kemudian dikompresi menggunakan *cycle gas compressor* (K-101). Bahan baku dalam bentuk gas (ethylene dan hidrogen) dimasukkan ke dalam aliran suction kompresor. Setelah proses kompresi, cycle gas dicampur dengan bahan baku fase cair (comonomer) dan

didinginkan di cycle gas cooler (E-101) untuk menyesuaikan kondisi cycle gas sebelum dimasukkan ke dalam reaktor.

Katalis dimasukkan ke dalam reaktor melalui catalyst feeder (V-101), sementara co-katalis TEAL dimasukan ke dalam reaktor bersama cycle gas melalui co-catalist feeder (V-102). Cycle gas kemudian dimasukkan kembali ke dalam reaktor dari bagian bawah. Mekanisme reaksi untuk pembentukan Polyethylene dari ethylene adalah sebagai berikut:

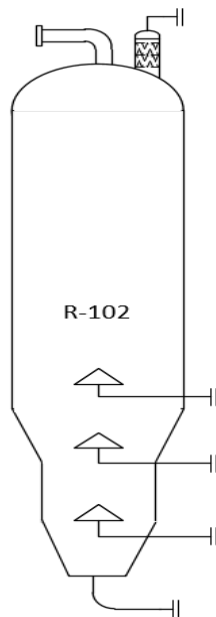


Reaksi berlangsung didalam reaktor hingga, di mana resin padat akan terpisah dari cycle gas di bagian atas reaktor dan kemudian jatuh ke bagian bawah. Setelah resin terakumulasi hingga mencapai ketinggian tertentu, resin tersebut akan dikeluarkan menuju ke dalam product chamber (V-103). Kemudian, resin akan dipindahkan ke reaktor purge bin (R-102) dengan memanfaatkan tekanan gas dalam product chamber (V-103) dan tambahan *conveying* gas dari *recovery* system.



Gambar 2.2 Reaktor

Reaktor purge bin adalah proses yang bertujuan untuk mengurangi kandungan comonomer dan senyawa hidrokarbon lain dalam produk. Proses ini dimulai dengan resin yang dikeluarkan dari reaktor dan dikirim ke reaktor purge bin (R-102). reaktor purge bin (R-102) terbagi menjadi dua bagian yaitu bagian atas (*upper section*) dan bagian bawah (*lower section*). Di bagian atas, dilakukan pemisahan hidrokarbon dari produk dengan cara purging, di mana nitrogen diinjeksikan. Nitrogen diinjeksikan dari sisi samping reaktor purge bin (R-102) ke cone, yang berfungsi meratakan aliran. Di bagian bawah, alkil dan katalis yang masih aktif dilakukan deaktivasi melalui proses hidrolisis menggunakan nitrogen yang dicampur dengan steam bertekanan rendah, yang kemudian diumpankan ke cone paling bawah. Hidrokarbon yang terpisah dari resin melalui purging maupun Campuran steam dan nitrogen yang digunakan untuk deaktivasi alkil dan katalis dikeluarkan dari reaktor purge bin (R-102) melalui bagian atas dan dimasukkan ke dalam recovery system. Resin yang keluar dari reaktor purge bin (R-102) melalui bagian bawah dengan bantuan gravitasi adalah resin yang telah terpisah dari hidrokarbon dan tidak mengandung alkil atau katalis yang masih aktif.



Gambar 2.3 Reaktor Purge Bin

2.2.3 Sistem Pelleting

Proses pelleting adalah tahap untuk mengubah resin LLDPE menjadi bentuk pelet. Proses ini dimulai dengan melelehkan resin menggunakan pelleter. Resin tersebut dimasukkan ke dalam mixer (M-101) bersama dengan additive liquid jika diperlukan. Additive ini merupakan bahan tambahan yang berfungsi untuk memperkuat karakteristik plastik. Suplai panas dari mixer (M-101) berasal dari steam. Setelah proses berjalan normal, pasokan steam dihentikan, dan panas dalam mixer (M-101) terbentuk karena perputaran motor mixer. Di dalam mixer (M-101), resin *Polyethylene* dan additive dilelehkan. Lelehan tersebut kemudian extruder (S-101) sehingga lelehan akan berbentuk seperti mie, kemudian dipotong oleh cutter blade dengan kecepatan yang dapat diatur untuk menghasilkan pelet dengan ukuran tertentu. Proses pelleting ini menggunakan metode underwater pelleting, di mana pemotongan dilakukan dalam aliran air bersih dari tangki PCW (V-103). Air yang digunakan berfungsi untuk mendinginkan dan mentransfer pelet, dan terus disirkulasikan untuk mengurangi penggunaan air. Setelah dipotong, pelet yang terbawa aliran air dimasukkan ke dalam pellet dryer (B-102) untuk memisahkan pelet dari air. Pelet yang telah kering kemudian masuk ke pellet classifier (M-102) untuk dipisahkan antara produk off-spec/ undersize dan on-spec/on-size. Produk on-spec akan dialirkan ke bagging silo (T-101) sebelum dikemas menggunakan bagging machine.

2.2.4 Sistem Recovery

Sistem recovery memiliki 2 tujuan utama yaitu meningkatkan efisiensi penggunaan comonomer dan mengurangi konsumsi nitrogen yang diperlukan untuk mentransfer resin dari Product Chamber (V-103) ke reaktor purge bin (R-102). Cairan comonomer serta gas reaktan (*ethylene* dan nitrogen) dapat diambil kembali dari gas hidrokarbon yang dihasilkan selama purging di reaktor purge bin (R-102), sehingga meningkatkan efisiensi penggunaan bahan baku. Selain itu, gas yang dihasilkan dari sistem *recovery* dapat digunakan sebagai tambahan untuk

mentransfer resin dari Product Chamber (V-103) menuju reaktor purge bin (R-102), sehingga mengurangi penggunaan nitrogen dalam proses tersebut.

Sistem *recovery* terdiri dari recovery compressor, accumulator, dan cooler. Proses pengambilan comonomer dan nitrogen dilakukan dalam dua tahap, yang mencakup pendinginan, pemisahan dalam accumulator, dan kompresi.

Gas yang keluar dari reaktor purge bin (R-102) dengan suhu tinggi ini harus didinginkan terlebih dahulu di LP Cooler (E-102) hingga mengembun. Embun tersebut kemudian memisahkan antara air dan gas dalam LP accumulator (V-104). Gas yang terbentuk ditekan oleh compressor (K-102) dan didinginkan lagi di HP cooler (E-103). Comonomer memiliki titik embun lebih tinggi dari gas, maka comonomer akan terkondensasi lebih dulu. Comonomer cair (*recovered liquid*) kemudian dialirkan ke cycle gas melalui bahan baku comonomer murni menggunakan Recovery pump (P-103), sementara gas-gas dialirkan ke recovery surge tank (V-106) sebelum akhirnya dikirim ke product discharge system maupun dibuang melalui flare untuk dibakar sebelum dibuang ke lingkungan.