



BAB II

PEMILIHAN DAN URAIAN PROSES

II.1 MACAM – MACAM PROSES

Proses produksi *Carbon black* terdiri dari berbagai macam proses diantaranya :

- a. Channel Proses
- b. Furnace Proses
- c. Thermal Proses

II.1.1 Channel Proses

Channel black proses adalah satu dari tiga tipe prinsip carbon black memproduksi dengan menggunakan pembakaran tidak langsung oleh pembakaran gas alami menggunakan api kecil yang ada. Pada pipa saluran pendingin gas alam yang biasanya dari sumur itu biasanya di lewatkan melalui predam bensin, dimana mineral minyak dimana mineral atau minyak akan melepaskan karbonal bensinnya. Perbaikan pada kandungan bensin sangat berharga pada ekonomi pabrik carbon black dan tidak efek berarti pada kualitas dan kuantitas pada produksi carbon black.

Gas kering yang terdiri dari metana kemudian di salurkan pada pipa (1 1/4 inch) kerumah pembakaran yang panjang. Gas alam dengan tekanan terkontrol berasal dari 0,2 hingga 1,5 inch. Air dikeluarkan dari slot kecil sekitar 0,4 inch di ujung kramik (sekitar 3,8 inch pada diameter luar) dan dibakar dengan udara yang tidak berlebih dengan udara yang di kendalikan oleh predam di bawah dan diatas rumah pembakaran untuk memberikan sebuah bingkai asap yang bercahaya yang menimpa pada bagian bawah datar dan bergerak berpindah pada saluran dingin. Disini temperatur pembakaran 1000 sampai 1200 C yang berkurang hingga 500°C dan carbon black tersimpan pada saluran (6-8 inch) terhubung dan tersusun dari baja ringan bergerak terus menerus kebelakang dan kedepan



Carbon black di endapkan lalu di hilangkan saat melewati hoppers. Jatuh ke konveyor kemudian dibawa pusat pengepakan. Gas yang di habiskan, mengandung jumlah carbon black yang cukup besar yang dibuang ke udara bebas.

Di tempat tempat pengepakan, yang melayani banyak unit (pabrik khas akan memiliki 30 atau rumah burner unit dan hingga 10 12 di satu pabrik, memanfaatkan rumah pencampur dan pengepakan) lembut, mess yang lembut beratnya hanya berkisar 3 lb per cu ft, "pentalan". Dalam operasi ini grit, kerak, dan partikel kasar dihilangkan dengan menyaring melalui kain halus atau kain pemental. Carbon black setelah di hembuskan melalui mesin pemental, dikumpulkan dalam tangki ekspansi dan kemudian oleh screw conveyor. Di bawa ke penumbukan untuk menjadikan ukuran yang seragam. Kemudian di hembuskan kedalam tangki penerima yang dibawa ke bead machine. Disini carbon black tanpa debu di buat dengan menambahkan sedikit air (kurang dari yang dibutuhkan untuk membentuk meniskus gratis) dan menjajalakan pasta yang dihasilkan di atas meja berisi pin kecil berputar. Koloid algomerat hitam dibawah agitasi konstantan dan membentuk pellet kecil atau butiran - butiran menggelembung sekitar 27 lb per cu ft. Butiran-butiran dikeringkan rotating bucket elevator (panjang sekitar 30 kaki) kira-kira suhu yang di butuhkan berkisar 150⁰F dan di transportasikan oleh bucket elevator ketangki penyimpanan dan pemuatan kombinasi. Pellet carbon black kemudian dikemas dalam kantong ertas atau tangki yang di rancang khusus atau bobil penampung.

Black grade disalurkan bila kurang padat di buat mengatasi mass yang laus setelah itu dibawa bolting machines. Pembukaan ini menghasilkan kelas komersial yang dikenal sebagai grade yang tidak terkompresi, yang memiliki kepadatan untuk beberapa tinta dancat, kelas yang tidak di koperasi harus di padatkan lebih lanjut untuk mengurangi kecendrunga debu, sekitar 13 lb per cu ft. Meskipun cocok dalam jika ingin digunakan dalam industri karet.

Semikompresi grade. Menghasilkan sekitar 21 lb per cu ft, dibentuk lebih banyak digunakan, grade di kompresi ganda atau berat, yang memiliki kepadatan sekitar 25 lb per cu ft, jadi harus diproduksi.

Tugas Akhir**Prancangan Pabrik****Pabrik Carbon Black dari Sampah Plastik Menggunakan Thermal Proses Pirolisis**



Proses-proses lain untuk menghasilkan carbon black dengan cara menggunakan kontak langsung ke api yang banyak. Proses cakram menggunakan cakram berputar kecil (berdiameter 3 kaki) sebagai surfacing pengendapan, sedangkan proses Cabot menggunakan plat stasioner (diameter sekitar 24 ft). keduanya mirip dengan metode Channel; perbedaannya melibatkan sifat permukaan endapan dan pencakar.

I.1.2 Furnace Proses

Pada furnace proses di bagi menjadi dua menurut bahan baku yang digunakan, diantaranya :

a. Gas Furnace

Bahan baku (gas) di masukkan dalam furnace untuk proses pembakaran. Pada furnace dibagi 3 zone : zone pembakaran, zone reaksi, dan zone pendinginan. Gas di bakar dengan udara berlebih dengan suhu antara 2300 - 2600° F. Dari zone pembakaran terbentuk asap hitam yang kemudian masuk ke dalam zone reaksi dan terus bergerak ke dalam zone quenching. Disini asap *carbon black* didinginkan secara mendadak. Setelah itu dihembuskan ke spray tower dan didinginkan hingga 400° F. Dari spray tower, debu yang bercampur dengan udara panas kemudian dihembuskan ke dalam rangkaian dust collector. Rangkaian dust collector terdiri dari cyclone, Electric Precipitator. Debu *carbon black* yang tertangkap dijatuhkan ke screw conveyor kemudian diangkat oleh bucket elevator untuk di bawa ke unit pelletizer.

Pada pelletizer *carbon black* dimampatkan dengan penambahan air. Dari pelletizer, *carbon black* yang telah terbentuk pellet kemudian dikeringkan dengan menggunakan rotary dryer. Setelah proses pengeringan, *carbon black* dibawa ke unit packing.

b. Oil Furnace

Campuran residu oil dan udara disemprotkan kedalam furnace untuk proses pembakaran. Pembakaran dilakukan pada suhu 2600 – 3000° F. Kemudian didinginkan secara mendadak pada zone quenching hingga suhu 400° F. Dari spray tower, debu yang bercampur dengan udara panas kemudian dihembuskan ke dalam rangkaian dust collector. Rangkaian dust collector terdiri dari cyclone, Electrostatic Precipitator dan bag filter. Debu *carbon black* yang tertangkap dijatuhkan ke screw

Tugas Akhir

Prancangan Pabrik

Pabrik Carbon Black dari Sampah Plastik Menggunakan Thermal Proses Pirolisis



conveyor kemudian diangkat oleh bucket elevator untuk di bawa ke unit pelletizer. Pada pelletizer *carbon black* dimampatkan dengan penambahan air. Dari pelletizer, *carbon black* yang telah terbentuk pellet kemudian dikeringkan dengan menggunakan rotary dryer. Setelah proses pengeringan, *carbon black* dibawa ke unit packing.

II.1.3 Thermal Proses

Bahan baku (gas) diumpankan Brick checkerwork furnace yang terdiri dari dua furnace yang berbentuk silinder, untuk pembakaran dengan udara dan gas panas dari kolom scrubber hingga suhu 1300° C. Dari furnace *carbon black* didinginkan di spray tower hingga suhu 125 °C. Kemudian bergerak menuju cyclone dan bag filter. Debu *carbon black* dan gas panas yang tertangkap dijatuhkan ke screw conveyor kemudian diangkat ke unit pelletizer. Sedangkan gas panasnya dibawa ke scrubber. Pada scrubber gas yang tidak diserap oleh air dan kaya akan hydrogen didinginkan, dihumidifikasi, dan dikompresi lalu digunakan lagi pada furnace sebagai gas panas. Dalam thermal proses ada pengembangan teknologi yaitu proses pirolisis.

A. Pirolisis

Pirolisis atau devolatilisasi adalah proses fraksinasi material oleh suhu. Proses pirolisis dimulai pada temperatur sekitar 230 °C, ketika komponen yang tidak stabil secara termal, dan volatile matters pada sampah akan pecah dan menguap bersamaan dengan komponen lainnya. Produk cair yang menguap mengandung tar dan polyaromatic hydrocarbon. Produk pirolisis umumnya terdiri dari tiga jenis, yaitu gas (H₂, CO, CO₂, H₂O, dan CH₄), tar (pyrolitic oil), dan arang. Parameter yang berpengaruh pada kecepatan reaksi pirolisis mempunyai hubungan yang sangat kompleks, sehingga model matematis persamaan kecepatan reaksi pirolisis yang diformulasikan oleh setiap peneliti selalu menunjukkan rumusan empiris yang berbeda (Trianna dan Rochimoellah, 2002).

Cracking adalah proses memecah rantai polimer menjadi senyawa dengan berat molekul yang lebih rendah. Hasil dari proses perekahan plastik ini dapat digunakan sebagai bahan kimia atau bahan bakar. Ada tiga macam proses perekahan yaitu hidro cracking, thermal cracking dan catalytic cracking (Panda, 2011)

Tugas Akhir

Prancangan Pabrik

Pabrik Carbon Black dari Sampah Plastik Menggunakan Thermal Proses Pirolisis

**A . 1 Hydrocracking**

Proses Hydrotreating/Hydrocracking adalah proses penyulingan untuk memisahkan unsur-unsur yang dihasilkan pada proses pirolisis. Proses ini bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan senyawa aromatik dan senyawa polar. (Ernawati.2011)

B. 2 Thermal Cracking

Thermal Cracking merupakan proses pirolisis dengan cara memanaskan polimer plastik tanpa oksigen. Dari proses ini akan dihasilkan arang, minyak sebagai hasil dari kondensasi gas seperti parafin, isoparafin, olefin, naphthene dan aromatik serta gas yang tidak bisa terkondensasi. Proses ini biasanya dilakukan pada suhu 3500 – 9000 C (Surono, 2013). Pirolisis adalah proses pemanasan pada kondisi bebas oksigen. Dalam pirolisis komponen organik dalam bahan dapat menghasilkan produk cair dan gas, yang dapat berguna sebagai bahan bakar atau sumber bahan kimia. (Nugraha dkk, 2013).

C. 3 Catalytic Cracking

Catalytic Cracking dengan cara ini menggunakan katalis untuk melakukan reaksi perekahan. Peran katalis sangat besar dalam pembuatan biodiesel, karena reaksi cenderung berjalan lambat. Katalis berfungsi menurunkan energi aktivasi reaksi sehingga reaksi dapat berlangsung lebih cepat. Katalis yang digunakan dalam pembuatan biodiesel dapat berupa katalis basa maupun katalis asam. Dengan katalis basa reaksi berlangsung pada suhu kamar sedangkan dengan katalis asam reaksi baru berjalan baik pada suhu sekitar 100°C (Santoso et al 2013).

II.2 SELEKSI PROSES

Dari uraian proses diatas maka dapat disimpulkan bahwa proses yang dipilih adalah proses Thermal Proses (pirolisis). Pemilihan Thermal Proses (pirolisis) ini didasarkan atas pertimbangan – pertimbangan sebagai berikut:

- a. Pirolisis yang digunakan disini jauh lebih sederhana dalam pengoperasiannya dan lebih mudah.
- b. Bahan baku berupa semua jenis plastik.

Tugas Akhir**Prancangan Pabrik****Pabrik Carbon Black dari Sampah Plastik Menggunakan Thermal Proses Pirolisis**



- c. Hasil produksi lebih besar.
- d. Bahan baku lebih murah.
- e. Carbon black yang dihasil jauh lebih besar dari BBM (Bahan Bakar Minyak). konversinya Carbon Black (25%-27%) dan konversi BBM (2,5%-10%) dari bahan baku.
- f. Penempatan lokasi pabrik terikat dengan sumber bahan baku karena bahan baku mudah didapat dan dapat didirikan didaerah konsumen

Pembakaran Hidrokarbon

Pembakaran yang terjadi pada rantai hidrokarbon :

1. Pembakaran Sempurna

Setiap senyawa hidrokarbon yang dibakar sempurna(terdapat cukup oksigen) akan menghasilkan karbon dioksida dan air

2. Pembakaran tidak sempurna

Pembakaran tidak sempurna (yakni jika tidak terdapat cukup oksigen) bisa menyebabkan pembentukan karbon atau karbon monoksida.

(www.chem-is-try.org)

II.3 URAIAN PROSES

Plastik kaya akan atom (unsur) *carbon*. Pada awalnya plastik disimpan di dalam gudang. Plastik dicacah terlebih dahulu menggunakan mesin kneader (pencacah) lalu dibawa oleh screew conveyot untuk dimasukkan ke dalam hopper, Dari hopper akan dimasukkan ke dalam reaktor pirolisis dengan suhu 450 °C (842 °F) untuk membentuk *carbon*. Seiring bahan baku dimasukkan ke dalam reaktor pirolisis, setelah itu menyiapkan kebutuhan udara bebas untuk pemanasan oleh burner agar dapat mencapai suhu yang di inginkan. Hal ini bertujuan agar dapat

Tugas Akhir

Prancangan Pabrik

Pabrik Carbon Black dari Sampah Plastik Menggunakan Thermal Proses Pirolisis

memenuhi dalam menghidupkan api serta menjaga agar tidak mati. Reaksi yang terjadi didalam Reaktor pirolisis sebagai berikut:

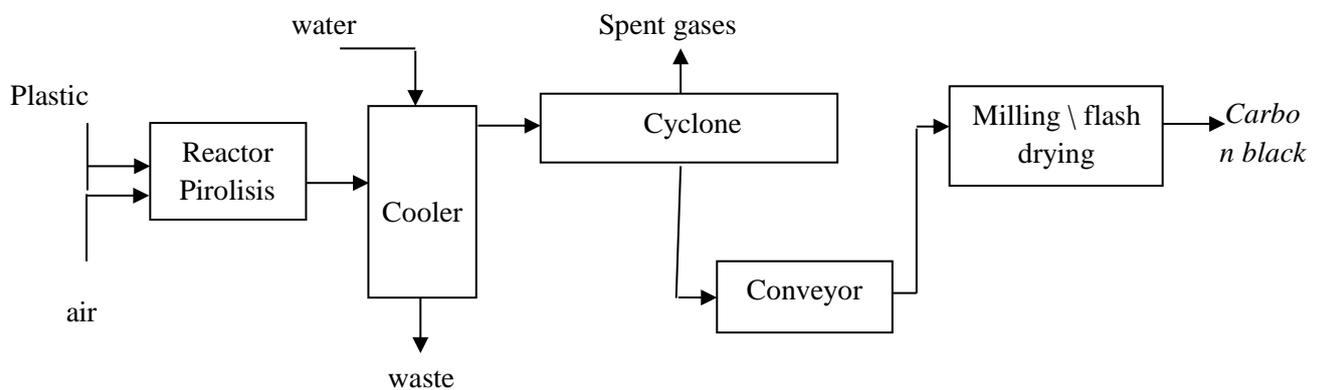
- **Reaksi 1** : $(C_2H_4)n_{(s)} + 2160/2 O_{2(g)} \longrightarrow 720CO_{2(g)} + 720H_2O_{(g)}$
- **Reaksi 2** : $(C_2H_4)n_{(s)} \longrightarrow 720C + 720H_{2(g)}$

Reaksi Keseluruhan:



Hasil dekomposisi dari reaktor pirolisis bahan baku berupa sampah plastik sudah menjadi carbon black tapi diameter yang tidak merata perlu ada milling disini menggunakan alat flash dryer dengan tipe cage mill sehingga menjadi partikel – partikel kecil (bulk) yang seragam kemudian masuk ke cyclone melalui bantuan hembusan udara yang ada pada alat flash dryer. Setelah masuk ke cyclone partikel kecil berupa carbon black akan di teruskan ke alat bag filter untuk diteruskan masuk ke silo sebagai produk akhir.

Uraian proses diatas sesuai dengan blok diagram sebagai berikut:



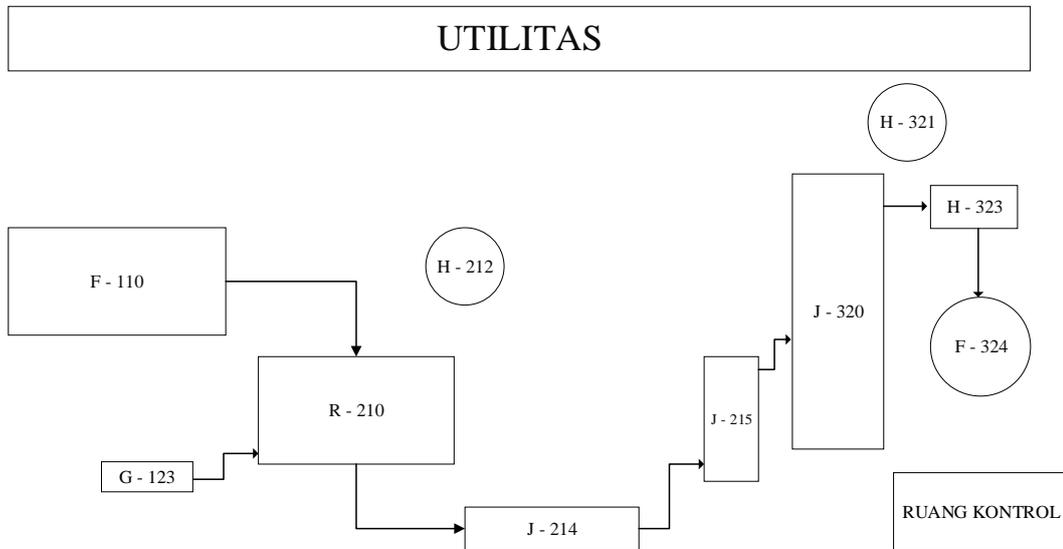
Gambar II.1. Gambar block diagram pembuatan *carbon black*

(Keyes; hal 214)



Gambar II.2 Lay Out Peralatan Pabrik

-Ruang proses



Nama	Kode	Jumlah
GUDANG PENYIMPANAN SAMPAH PLASTIK	F - 110	1
BURNER	G - 123	1
REAKTOR PIROLISIS	R - 210	1
CYCLONE -1	H - 212	1
SCREEW CONVEYOR	J - 214	1
BUCKET ELEVATOR	J - 215	1
FLASH DRAYER	J - 320	1
CYCLONE -2	H - 321	1
BAG FILTER	H - 323	1
SILO	F - 324	1

Tugas Akhir

Prancangan Pabrik

Pabrik Carbon Black dari Sampah Plastik Menggunakan Thermal Proses Pirolisis