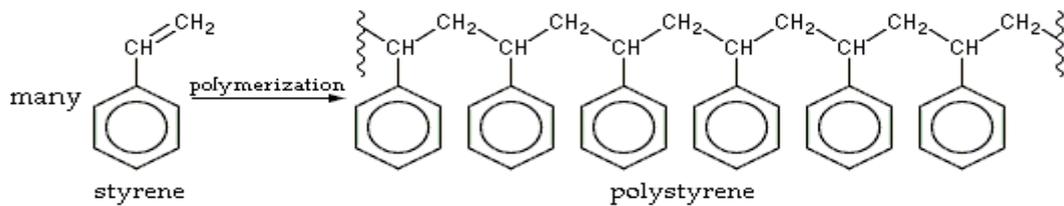


BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Polystyrene*

Polystyrene adalah plastik polimer yang mudah dibentuk bila dipanaskan, rumus molekulnya adalah $(-\text{CHC}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-)_n$. Sangat kaku dalam suhu ruangan. *Polystyrene* dapat dijumpai pada perkakas dari plastik, kotak CD, gelas plastik, wadah makanan dan nampan, *Styrofoam*.



Styrofoam merupakan suatu jenis plastik yang dibuat dari monomer *styrene* melalui proses polimerisasi. *Polystyrene* ini bersifat sangat amorphous, mempunyai indeks refraksi tinggi, dan sukar ditembus oleh gas, kecuali uap air. Dapat larut dalam alkohol rantai panjang, kitin, ester hidrokarbon yang mengikat klorin. *Polystyrene* ini juga sangat ringan, kaku, tembus cahaya, dan murah, tetapi cepat rapuh. Karena kelemahannya tersebut, *polystyrene* dicampur dengan seng dan senyawa butadiena yang menyebabkan *polystyrene* kehilangan sifat jernihnya dan berubah warna menjadi putih susu (Hariady, dkk, 2014). Tabel 2.1 menunjukkan karakteristik dari *polystyrene*. PS memiliki nilai konduktivitas termal dan daya penyerapan air yang rendah yaitu 0,035-0,037 W/ (m °K) pada 10 °C (Omnexus, 2020)

2.2 *Catalytic Cracking*

Cracking atau yang sering disebut dengan pirolisis adalah proses pemecahan rantai polimer menjadi senyawa-senyawa dengan berat molekul yang lebih rendah. Hasil dari proses *cracking* plastik dapat digunakan sebagai bahan kimia atau bahan bakar. Terdapat tiga jenis proses *cracking* yaitu *hidro cracking*, *thermal cracking* dan *catalytic cracking* (Panda, 2011).

Menurut Trisunaryanti (2014) dikutip dari Sihombing, J.L., dkk (2017), reaksi *catalytic cracking* atau perengkahan katalitik adalah reaksi perengkahan menggunakan katalis (katalis heterogen) sebagai material yang mampu mempercepat laju reaksi untuk mencapai kesetimbangan dan menghasilkan produk akhir reaksi melalui mekanisme pembentukan ion karbonium. Menurut Nasikin dan Susanto (2010) dikutip dari Yolanda (2018) terdapat beberapa tahapan yang terjadi pada proses mekanisme reaksi katalitik:

1. Difusi eksternal, yaitu reaktan berdifusi ke permukaan katalis.
2. Difusi internal, yaitu reaktan berdifusi ke dalam rongga-rongga katalis menuju permukaan aktif katalis.
3. Adsorpsi, yaitu proses dimana reaktan terserap secara kimia ke permukaan aktif katalis.
4. Terjadinya reaksi pada sisi katalis sehingga reaktan terkonversi menjadi produk.
5. Desorpsi, yaitu proses dimana produk terlepas dari permukaan katalis.

Produk dari reaksi dapat diklasifikasikan sebagai produk gas (C₁-C₄) dan produk cair (C₅-C₄₄). Produk gas dianalisa dengan kromatografi gas. Produk cair dianalisis dengan distilasi simulasi (ASTM metode D-2887), yang sesuai dengan bensin, turbosine (atau bahan bakar jet atau nafta), minyak tanah, minyak gas dan fraksi bahan bakar minyak. Tabel 2.1 menunjukkan produk cair yang sesuai dengan fraksi *refinery*.

Tabel 2.2 Produk Cair yang Sesuai dengan Fraksi Refineri

Fraksi Refineri	Nomor Karbon	Boiling Point (°C)
<i>Gasoline</i>	C ₅ -C ₁₂	39-220
<i>Jet Fuel, Naptha</i>	C ₁₃ -C ₁₄	221-254
<i>Kerosene</i>	C ₁₅ -C ₁₇	255-300
<i>Gas Oil</i>	C ₁₈ -C ₂₈	301-431
<i>Fuel Oil</i>	C ₂₉ -C ₄₄	432-545

(Sumber: Kirk-Othmer, 2010)

2.3 Pirolisis

Pirolisis yaitu pemanasan dalam kondisi bebas oksigen, mengurai senyawa organik dari suatu bahan menjadi produk cair dan gas dengan melepaskan ikatan bahan-bahan anorganik yang terikat. Proses pirolisis dapat disebut juga dengan proses perengkahan atau *cracking*. *Cracking* adalah proses pemecahan rantai polimer menjadi senyawa dengan berat molekul yang lebih rendah. Hasil dari proses cracking plastik ini dapat digunakan sebagai bahan kimia atau bahan bakar. Ada tiga macam proses *cracking* yaitu *hidro cracking*, *thermal cracking* dan *catalytic cracking* (Chen, *et al* 2014).

2.3.1 Faktor yang Mempengaruhi Pirolisis

Menurut (Udyani dkk, 2018) faktor-faktor atau kondisi yang mempengaruhi proses pirolisis adalah:

1. Kadar Air

Kadar air dalam bahan akan menggunakan energi untuk menghilangkan kandungan air. Akibatnya bahan dengan kandungan air yang tinggi membutuhkan energi yang tinggi untuk proses pirolisis.

2. Ukuran partikel

Apabila ukuran partikel meningkat maka hasil dari padatan akan meningkat pula sedangkan hasil dari volatil dan gas akan menurun. Konsentrasi dari volatil dan gas meningkat sampai dengan nilai tertentu dan kemudian menurun sesuai dengan kenaikan ukuran partikel.

3. Laju pemanasan

Menurut Besler & William (1996), ketika laju pemanasan dinaikkan maka padatan pada proses pirolisis akan menurun. Produk gas yang dihasilkan pada temperatur antara 200°C dan 400°C adalah CO dan CO₂. Hal tersebut menunjukkan bahwa laju pemanasan yang lebih tinggi akan melepaskan gas hidrokarbon, begitupula dengan minyak akan meningkat seiring dengan kenaikan laju pemanasan.

4. Temperatur

Pada temperatur yang lebih tinggi maka hasil gas yang dihasilkan semakin banyak. Hal ini dikarenakan bahan baku padatan akan menguap dan berubah menjadi gas sehingga berat dari padatan bahan baku akan berkurang. Namun, semakin tinggi temperatur akan membuat produk oil yang dihasilkan semakin berkurang. Hal ini dikarenakan temperatur yang tinggi dapat merubah hidrokarbon rantai yang panjang dan sedang menjadi hidrokarbon dengan rantai yang pendek. Jika rantai hidrokarbon sangat pendek, maka diperoleh hasil gas yang tidak dapat dikondensasi (Basu, 2010).

5. Bahan

Pada jenis termoplastik pada umumnya, hasil produk cairan adalah 80 % atau lebih, dimana $PS > PP > PE$. Plastik dengan struktur polisiklik mempunyai hasil cairan dan padatan yang lebih banyak dibandingkan plastik yang mempunyai struktur poliolefinik.

2.4 Katalis Zeolit

2.4.1 Katalis

Katalis merupakan zat yang ditambahkan dalam sistem reaksi untuk mempercepat reaksi. Katalis dapat menyediakan situs aktif yang berfungsi untuk mempertemukan reaktan dan menyumbangkan energi dalam bentuk panas sehingga molekul pereaktan mampu melewati energi aktivasi secara lebih mudah. Oleh karena fungsinya yang sangat penting, maka penggunaan katalis menjadi kebutuhan yang sangat penting dalam berbagai industri. Kemampuan suatu katalis dalam mempercepat laju reaksi dipengaruhi oleh berbagai faktor. Faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja katalis antara lain adalah sifat fisika dan kimia katalis; kondisi operasi seperti temperatur, tekanan, laju alir, waktu kontak; jenis umpan yang digunakan; jenis padatan pendukung yang digunakan. Katalis yang dipreparasi dengan cara yang berbeda akan menghasilkan aktivitas dan selektivitas yang berbeda (Rieke dkk, 1997).

2.4.2 Zeolit

Zeolit sebagai katalis hanya mempengaruhi laju reaksi tanpa mempengaruhi kesetimbangan reaksi karena mampu menaikkan perbedaan lintasan molekular dari reaksi. Katalis berpori dengan pori-pori sangat kecil akan memuat molekul-molekul kecil tetapi mencegah molekul besar masuk. Selektivitas molekuler seperti ini disebut molecular sieve yang terdapat dalam substansi zeolit alam (Bambang, P, dkk,1995).

Zeolit alam terbentuk karena adanya proses kimia dan fisika yang kompleks dari batu-batuan yang mengalami berbagai macam perubahan di alam. Para ahli geokimia dan mineralogi memperkirakan bahwa zeolit merupakan produk gunung berapi yang membeku menjadi batuan vulkanik, batuan sedimen dan batuan metamorfosa yang selanjutnya mengalami proses pelapukan karena pengaruh panas dan dingin sehingga akhirnya terbentuk mineral-mineral zeolit (Setiawan dkk, 2017).

Zeolit alam adalah zeolit yang ditambang langsung dari alam. Dengan demikian harganya jauh lebih murah daripada zeolit sintesis. Zeolite alam merupakan mineral yang jumlahnya banyak tetapi distribusinya tidak merata, seperti klinoptilolit, mordenit, phillipsit, chabazit dan laumontit. Namun zeolit alam memiliki beberapa kelemahan, di antaranya mengandung banyak pengotor seperti Na, K, Ca, Mg dan Fe serta kristalinitasnya kurang baik. Keberadaan pengotor-pengotor tersebut dapat mengurangi aktivitas dari zeolit Untuk memperbaiki karakter zeolit alam sehingga dapat digunakan sebagai katalis, absorben, atau aplikasi lainnya, biasanya dilakukan aktivasi dan modifikasi terlebih dahulu. Selain untuk menghilangkan pengotor-pengotor yang terdapat pada zeolit alam, proses aktivasi zeolit juga ditujukan untuk memodifikasi sifat-sifat dari zeolit, seperti luas permukaan dan keasaman. Luas permukaan dan keasaman yang meningkat akan menyebabkan aktivitas katalitik dari zeolit meningkat. Salah satu kelebihan dari zeolit adalah memiliki luas permukaan dan keasaman yang mudah dimodifikasi (Yuanita, 2010).

Zeolit memiliki sifat fisik dan kimia yaitu (Sutarti, 1994) :

- a. Hidrasi derajat tinggi
- b. Ringan

- c. Penukar ion yang tinggi
- d. Ukuran saluran yang uniform
- e. Mengadsorbsi uap dan gas

2.5 Aktivasi Zeolit Alam

Zeolit adalah salah satu bahan mineral alam yang sangat melimpah di Indonesia. Zeolit umumnya didefinisikan sebagai kristal alumina silika yang berstruktur tiga dimensi, yang terbentuk dari tetrahedral alumina dan silika dengan rongga-rongga di dalam yang berisi ion-ion logam, biasanya alkali atau alkali tanah dan molekul air yang dapat bergerak bebas. Secara empiris, rumus molekul zeolit adalah $M_x/n.(AlO_2)_x.(SiO_2)_y.xH_2O$ (Marsidi 2001).

Zeolit digunakan sebagai adsorben karena memiliki struktur kristal alumina silika dengan rongga-rongga yang berisi ion-ion logam. Aktivitas zeolit alam cenderung rendah karena masih banyak pengotor, untuk itu perlu dilakukan aktivasi (Las dkk 2011).

Proses aktivasi zeolit dapat dilakukan dengan metode secara fisika dan kimia. Aktivasi secara fisika dapat dilakukan dengan cara memperkecil ukuran untuk memperluas permukaan dan pemanasan pada suhu tinggi. Aktivasi secara kimia dilakukan dengan penambahan asam yang mengakibatkan terjadinya pertukaran kation dengan H^+ (Lestari 2010). Proses pertukaran ion sering digunakan karena metode ini sangat sederhana, tidak menghasilkan limbah buangan padat dan dapat dilakukan proses regenerasi dengan cara aktivasi (Marsidi 2001).
Rahman dan Hart