

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Limbah Pabrik Karet

Limbah merupakan hasil sisa dari sebuah proses yang tidak dapat digunakan kembali, apabila limbah ini terlalu banyak dilingkungan maka akan berdampak pada pencemaran lingkungan dan kesehatan bagi masyarakat sekitar. Limbah ada dua bagian sumber yaitu limbah yang bersumber domestik (limbah rumah tangga) dan limbah yang berasal dari non-domestik (pabrik, industri dan limbah pertanian). Karakteristik bahan-bahan yang termasuk limbah adalah mudah meledak, mudah terbakar, bersifat reaktif, beracun, menyebabkan infeksi, bersifat korosif dan lain-lain. Kegiatan industri, domestik, dan kegiatan lain berdampak negatif terhadap sumber daya air, antara lain menurunkan kualitas air. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan dan perlindungan sumber daya air secara seksama.

Oleh karena itu, dalam pembuangan limbah baik yang domestik maupun yang non-domestik di daerah pemukiman sebaiknya dilakukan penataan ulang lokasi pembuangan limbah, agar aliran limbah dari masing-masing pemukiman penduduk dapat terkoordinasi dengan baik, dan tidak menimbulkan penyakit yang meresahkan kehidupan penduduk sekitar. Salah satu industri yang erat hubungannya dengan masalah lingkungan adalah industri karet. Dari proses pengolahan karet akan menghasilkan limbah cair yang mengandung senyawa organik. Hal ini memerlukan penanganan yang terpadu antara pihak pemerintah, industri dan masyarakat, juga diperlukan teknologi pengolahan limbah karet yang murah dan mudah dalam penanganannya, seperti melalui proses aerasi dan koagulasi.

Berbagai upaya telah dilakukan pemerintah pusat maupun pemerintah daerah untuk menaggulangi kerusakan lingkungan hidup sejak tahun 1980, namun demikian degradasi lingkungan hidup masih dirasakan saat ini. Salah satu penyebab kerusakan lingkungan ini adalah akibat pencemaran terhadap lingkungan yang dapat menyebabkan menurunnya kualitas lingkungan hidup

adalah berasal dari kegiatan industri, yaitu pembuangan limbah industri yang belum memenuhi baku mutu lingkungan.

Saat ini kondisi pabrik karet sebagian besar berada didaerah yang cukup padat pemukimannya, kapasitas produksinya semakin hari semakin besar, lahan yang tersedia untuk mengelola limbah, rata –rata tidak mencukupi karena volume air yang digunakan semakin besar dan kualitas limbah semakin kotor dan upaya pabrik secara sendiri – sendiri melakukan pemilihan bahan baku yang bersih untuk memperbaiki mutu, meningkatkan efesiensi, dan pencemaran yang kurang berhasil. (Prastiwi N, 2010)

Sumber Limbah Industri Karet apabila dilihat dari tahapan poduksi baik dari bahan baku berasal dari lateks dan bahan olahan karet rakyat (bokar), maka limbah yang terbentuk pada industri karet dapat berupa limbah padat (Limbah *Crumb Rubber*), limbah cair, dan limbah gas. Kualitas bahan baku berpengaruh terhadap tingkat kuantitas dan kualitas limbah yang akan terjadi dengan rincian sebagai berikut:

- 1). makin kotor bahan karet olahan akan makin banyak air yang diperlukan untuk proses pembersihannya, sehingga debit limbah cairpun meningkat.
- 2) makin kotor dan makin tinggi kadar air dari bahan baku karet olahan, akan makin mudah terjadinya pembusukan, sehingga kuantitas limbah gas/bau pun meningkat.
- 3) bahan baku karet olahan yang kotor menyebabkan kuantitas lumpur, tatal dan pasir relatif tinggi.

Pengelolaan limbah dapat dikelompokkan kedalam pengolahan dari sumbernya yang disebut sebagai proses produksi bersih, dan pengelolaan saat limbah tersebut keluar dari proses produksi. Pengolahan limbah pendahuluan bertujuan untuk memisahkan zat atau unsur padatan kasar yang ada dalam air limbah dengan cara penyaringan untuk meminimalisasi gangguan dalam proses pengolahan limbah berikutnya Teknik pengelolaan air limbah secara efektif dan efisien serta berkesinambungan harus dilaksanakan dalam melakukan pengkajian dan inovasi penerapan teknologi produksi bersih, untuk mendukung terwujudnya

industri karet yang berdaya saing tinggikan berwawasan lingkungan. (Gupita F, 2013)

2.2. Limbah Crumb Rubber

Crumb rubber merupakan karet alam yang dibuat khusus sehingga terjamin mutu teknisnya. Penetapan mutu berdasarkan pada sifat-sifat teknis dimana warna atau penilaian visual yang menjadi dasar penentuan golongan mutu pada jenis karet *sheet*, *crepe* maupun lateks pekat tidak berlaku untuk jenis yang satu ini (Efendri E, 2013).

Crumb rubber dibuat agar dapat bersaing dengan karet sintetis yang biasanya menyertakan sifat teknis serta keistimewaan untuk jaminan mutu tiap bandelanya. *Crumb rubber* dipak dalam bongkah-bongkah kecil, berat dan ukuran seragam, dan ada sertifikast uji laboratorium (Handayani Y, 2009).

Setiap pengolahan 100 kg lateks yang akan dibuat crumb rubber umumnya akan menghasilkan lebih kurang 85% karet bersih, 10% air dan 3%-5% tatal. Dari hasil uji laboratorium didapatkan bahwa tatal mempunyai kalori yang besar yaitu sekitar 3600 cal/gr (Efendri E, 2013).

Limbah pabrik *crumb rubber* saat ini belum dimanfaatkan dengan optimal bahkan cenderung memberikan efek negatif ke lingkungan yaitu bau busuk yang menyengat dikarenakan proses pembusukan pada kandungan nitrogen. Kandungan isoprennya cukup potensial untuk dimanfaatkan dalam menjawab tantangan masalah energi, bahan bakar cair yang selama ini dikeluhkan oleh masyarakat (Bahri S, 2013).

Limbah padat industri crumb rubber pada umumnya ditumpuk saja, sehingga dalam waktu lama akan bertambah banyak jumlahnya dan menjadi masalah dalam hal penanggulangannya. Limbah padat ini masih mengandung bahan berupa tatal yang berasal dari komponen karet dengan jumlah yang cukup besar, sehingga dapat di dimanfaatkan menjadi barang jadi karet. Jumlah limbah padat yang dihasilkan per ton karet kering sebesar 0,05 – 0,20 m³, jumlah limbah padat ini cukup banyak dan masih terdapatnya butiran karet (tatal) maka dilakukan percobaan pemanfaatan limbah ini untuk diolah kembali (Daud D. 2012).

Limbah pabrik *crumb rubber* saat ini belum dimanfaatkan dengan optimal bahkan cenderung memberikan efek negatif ke lingkungan yaitu bau busuk yang menyengat dikarenakan proses pembusukan pada kandungan nitrogen. Kandungan isoprennya cukup potensial untuk dimanfaatkan dalam menjawab tantangan masalah energi, bahan bakar cair yang selama ini dikeluhkan oleh masyarakat (Bahri S, 2013).

Limbah padat *crumb rubber* yang kami gunakan pada penelitian ini berasal dari proses penggilingan remahan. Penggilingan remahan adalah proses yang bertujuan untuk mendapatkan keseragaman bahan baku dengan proses mikro dan menjadikannya dalam bentuk lembaran. *Makro Blending* dan Mikro Blending sama-sama bertujuan untuk mendapatkan keseragaman/homogenitas bahan baku. Pada proses *Makro Blending* proses pencampuran dilakukan dengan cara mengaduk/mixering remahan/bahan baku. Proses ini mirip dengan proses membuat adonan campuran beton, yakni dengan mengaduk semen, pasir, kerikil sehingga didapatkan campuran yang homogen. Sedangkan pada proses Mikro *Blending* kegiatan menghomogenkan terjadi dengan cara menggiling remahan yang diatur sedemikian rupa sehingga remahan saling "tindih" satu sama lain didalam penggilingan. Proses "saling tindih" ini memaksa remahan-remahan karet untuk menjadi satu bagian yang akhirnya akan menjadi bentuk lembaran. Penggilingan dilakukan dengan menggunakan mesin giling *Crepper*. Roll Gilingan *Crepper* dibuat berulir/motif bunga agar efek pemerasan terjadi pada bahan baku. Agar didapatkan jaminan bahwa setiap remahan karet sudah menjadi sebuah kesatuan maka perlu dilakukan penggilingan berulang-ulang.



Sumber :dok. pribadi

Gambar 1. Karet Butiran

Karet padat maupun lateks pekat yang diperoleh dari pohon karet sebagai getah susu (lateks). Komposisi kimia lateks dipengaruhi jenis klon tanaman, umur tanaman, sistem deres, musim dan keadaan lingkungan kebun. Komposisi karet yang dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Komposisi Karet alam

Komponen	Komponen dalam Komponen dalam Latex segar (%)	latexkering(%)
Karet Hidrokarbon	36	92-94
Protein	1,4	2,5-3,5
Karbohidrat	1,6	-
Lipida	1,6	2,5-3,2
Persenyawaan Organik Lain	0,4	-
Persenyawaan Anorganik	0,5	0,1-0,5
Air	58,5	0,3-1,0

Sumber : (Surya I,2006)

Struktur dasar karet alam adalah rantai linear unit isoprene (C₅H₈) yang berat molekul rata-ratanya tersebar antara 10.000 – 400.000. Sifat-sifat mekanik yang baik dari karet alam menyebabkannya dapat digunakan untuk berbagai keperluan umum seperti solsepatu dan telapak ban kendaraan. Pada suhu kamar, karet tidak berbentuk kristal padat dan juga tidak berbentuk cairan (Tribawati RY,2009). Karet alam merupakan polimer dari senyawa hidrokarbon, yaitu 2-metil-1,3-butadiena (isoprena) (<http://sherchemistry.wordpress.com/kimia-xii-2/polimer/>)

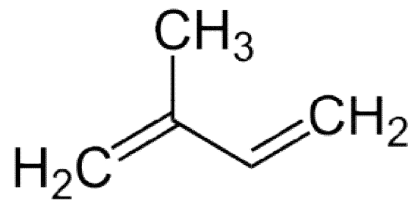
Latex terdiri dari emulsi butiran – butiran kecil hidrokarbon karet yang memiliki molekul rata – rata 200.000 – 400.000. proses polimerisasi rangkai isoprene merupakan proses alami yang umum dan proses ini terdapat pada proses pembentukan karet alam. Karet adalah polimer yang mengandung 3000 – 6000 satuan isoprene. (Nasir S dkk, 2008)

2.3. Isoprena

Isoprena adalah nama umum (nama trivial) dari 2-metilbuta-1,3-diena. Senyawa ini biasa digunakan dalam industri, penyusun berbagai senyawa biologi penting, serta dapat berbahaya bagi lingkungan dan beracun bagi manusia bila

terpapar secara berlebihan. Dalam suhu ruang isoprena berwujud cairan bening yang sangat mudah terbakar dan terpancang. Bila tercampur dengan udara sangat mudah meledak dan sangat reaktif bila dipanaskan. Pengangkutan isoprena memerlukan penanganan khusus.

Struktur monomer isoprena dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



(Sumber: Manurung E, 2010)

Gambar 1. Struktur Isoprena

Secara industri senyawa ini dihasilkan dari hasil sampingan peluruhan nafta atau minyak. Saat ini sekitar 95% produksi isoprena dunia digunakan untuk membuat karet sintetik cis-1,4-poliisoprena. Karet sendiri juga merupakan polimer isoprena — paling sering cis-1,4- poliisoprena - dengan bobot molekul 100.000 hingga 1.000.000. Biasanya ada campuran beberapa persen bahan lain, seperti protein, asam lemak, resin, dan bahan organik lainnya, pada karet alam berkualitas tinggi. Getah perca, suatu karet alam lain, merupakan trans-1,4-poliisoprena, isomer struktural yang memiliki karakteristik mirip namun tidak persis sama.

Isoprena dihasilkan secara alamiah oleh tumbuhan dan hewan. Biasanya dapat dikatakan bahwa senyawa ini adalah hidrokarbon yang paling umum ditemukan pada tubuh manusia. Isoprena biasa juga dikandung pada kadar rendah pada banyak bahan pangan. Hal ini tidak mengherankan karena isoprena merupakan kerangka dasar dari banyak metabolit sekunder pada tumbuhan. Terpena, terpenoid, dan koenzim Q tersusun dari isoprena. Golongan senyawa lain yang dapat dianggap tersusun dari kerangka isoprena adalah fitol, retinol, tokoferol, dolikol, dan skualena. Heme A memiliki ekor isoprenoid. Lanosterol, prekursor sterol pada hewan, diturunkan dari skualena. Satuan isoprena fungsional dalam organisme adalah dimetilalil pirofosfat (DMAPP) dan isomernya isopentenil pirofosfat (IPP). Metabolit sekunder

tumbuhan yang dapat dirunut struktur kerangka kimianya sebagai turunan atau polimer isoprena dikenal sebagai golongan isoprenoid.

Pada tumbuhan, isoprena dihasilkan pada kloroplas daun melalui jalur DMAPP, dengan enzim isoprena sintase bertanggung jawab sebagai pembuka proses. Praktis pada semua organisme penurunan isoprena disintesis melalui jalur HMG-CoA reduktase. Karena turunan isoprena banyak yang merupakan minyak atsiri, banyak isoprena dilepaskan ke udara. Isoprena diketahui memengaruhi status oksidasi massa udara, dan merupakan pemicu terbentuknya ozon, gas polutan pada lapisan bawah atmosfer. Efek senyawa ini pada atmosfer banyak dipelajari. (Manurung E, 2010).

Isopren memiliki berat molekul 68,12 gr/mol, dengan densitas 0,681 gr/cm³. Senyawa ini melebur pada suhu -143,95 °C, dan titik didih 34,067 °C (<http://wawasanilmukimia.wordpress.com/2014/01/20/isopren-monomer-dari-karet-alam/>)

2.4. Perengkahan (*Cracking*)

Polystirene merupakan senyawa dengan ikatan rantai karbon yang panjang. Untuk memutus ikatan rantai karbon tersebut hingga didapat ikatan rantai karbon yang pendek dapat dilakukan dengan proses perengkahan. Reaksi perengkahan merupakan reaksi pemutusan ikatan C-C dari suatu senyawa hidrokarbon yang mempunyai rantai karbon panjang dan berat molekul besar. Terjadinya pemutusan ikatan ini membuat senyawa hidrokarbon ini menjadi senyawa hidrokarbon yang mempunyai rantai karbon pendek dan berberat molekul kecil. Hidrokarbon akan merengkah jika dipanaskan jika temperaturnya melebihi 350-400 °C dengan atau tanpa bantuan katalis.

Pada tahun 1855, metode perengkahan petroleum ditemukan oleh Prof. Benjamin Silliman dari Universitas Yale. Metode thermal cracking pertama kali ditemukan oleh Vladimir Shukov pada tanggal 27 November 1891. Perengkahan secara katalitik didasarkan pada proses yang diperkenalkan oleh Alex Golden Oblad sekitar tahun 1936. Pada geologi minyak bumi dan kimiawi, perengkahan adalah proses dimana molekul organik kompleks terkonversi menjadi molekul

sederhana (contoh : hidrokarbon ringan) dengan cara pemutusan ikatan rangkap C=C pada awalnya. Laju perengkahan dan produk akhir sangat dipengaruhi oleh temperatur dan keberadaan katalis.

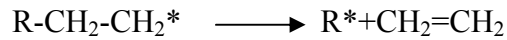
2.3.1 *Thermal Cracking*

Bila reaksi perengkahan dilakukan hanya dengan perlakuan temperatur tinggi, maka perengkahan ini disebut perengkahan termal. Perengkahan termal terjadi disebabkan lepasnya ikatan sigma karbon-karbon sehingga molekul terpecah menjadi fragmen-fragmen radikal bebas. Tahap fragmentasi ini disebut homolisis termal yang merupakan tahap inisiasi bagi sederetan reaksi radikal bebas.

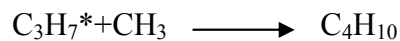
Thermal Cracking merupakan proses penguraian suatu bahan pada suhu tinggi tanpa adanya udara atau dengan udara terbatas (Ani Purwanti dkk,2008). *Thermal Cracking* juga dapat didefinisikan sebagai dekomposisi kimia organik melalui proses pemanasan atau sedikit oksigen atau reagen lainnya, dimana material mentah akan mengalami pemecahan struktur kimia menjadi fasa gas. *Thermal Cracking* adalah kasus khusus termolisis. *Thermal Cracking* ekstrim, yang hanya meninggalkan karbon sebagai residu disebut karbonisasi. *Thermal cracking* disebut juga *destructive distillation* yaitu proses penguraian material-material berserat pada suhu tinggi tanpa kontak langsung dengan udara untuk menghasilkan arang dan larutan pirogate (R.W Merrit dan A.A White 1943:33). *Thermal Cracking* dapat dilakukan secara kontinyu dan batch. Secara batch pada suhu tertentu dan seterusnya. Proses kontinyu tidak mengenal tahap pengikisan, pemanasan, pendinginan, dan penstabilan tersendiri. Semua tahap berjalan serentak dan merupakan suatu kesinambungan. *Thermal Cracking* merupakan reaksi kimia kompleks dan *irreversible*.

Pada senyawa yang berderajat polimerisasi tinggi, *thermal cracking* merupakan reaksi depolimerisasi dan pada suhu tinggi mengikuti mekanisme radikal bebas. Reaksi ini melalui tiga tahap yaitu tahap memuai, tahap perambatan dan tahap penghentian. Pada tahap memuai akan terjadi pemutusan rantai ikatan yang lemah karena adanya kenaikan suhu. Radikal bebas yang telah terbentuk

pada tahap perambatan akan terpecah lagi membentuk radikal bebas baru yang lebih kecil atau senyawa stabil, misalnya:



Untuk suhu tertentu etilen merupakan senyawa stabil, tetapi R* belum stabil sehingga akan terpecah lagi. Pada tahap penghentian, radikal-radikal bebas yang ada membentuk senyawa yang stabil:



(Buletin penalaran Mahasiswa UGM, 1998)

2.3.2 *Catalytic Cracking*

Metode ini menggunakan katalis asam padat dan menggunakan temperatur yang tinggi untuk menghasilkan proses untuk menguraikan molekul hidrokarbon yang besar menjadi yang kecil. Katalis yang biasa digunakan adalah alumina, silica, zeolit, dan beberapa jenis lainnya seperti clay. Menurut Gate perengkahan katalitik hidrokarbon diperkirakan berlangsung melalui zat antara yaitu ion karbonium yang sering disebut karbokation. Karbokation terbentuk dari pemutusan ikatan C-H dari molekul hidrokarbon tersebut.

Setelah karbokation terbentuk, proses perengkahan terjadi dengan putusnya ikatan C-C. Ikatan C-C terputus pada posisi beta dari atom C karbokation. Ion karbokation yang terbentuk selanjutnya dapat mengalami perengkahan kembali dan terbentuk lagi karbokation, proses ini berulang kali sampai rantai karbokation begitu pendek. Tahap ini disebut tahap propagasi. Proses perengkahan akan berhenti bila karbokation kontak dengan basa konjugasi yang terdapat pada permukaan katalis. Dalam reaksi ini karbokation melepaskan proton kepada anion yang terdapat pada permukaan katalis, sehingga katalis kembali kepada keadaan semula. Tahap akhir perengkahan ini disebut tahap terminasi.

2.3.3 *Hydrocracking*

Hydrocracking adalah suatu katalis yang berjalan karena adanya kenaikan tekanan parsial hidrogen. Produk dari hasil proses ini digunakan adalah uap jenuh hidrokarbon, tergantung dari kondisi reaksi (suhu, tekanan, aktifitas katalis) produk tersebut dari etana, LPG, sampai hidrokarbon yang lebih berat yang sebagian besar mengandung isoparafin. Hydrocracking adalah suatu proses yang

berjalan akibat penambahan katalis yang mempunyai dua fungsi yaitu yang dapat menyusun ulang dan memecah rantai hidrokarbon sebaik penambahan karbon pada senyawa aromatik dan olefin untuk memproduksi naphtha dan alkana produk utama dari hydrocracking adalah bahan bakar jet, diesel, bensin, dengan bilangan oktan yang cukup tinggi dan LPG. Semua produk ini mempunyai kandungan sulfur dan kontaminan yang rendah.

2.4 Katalis Bentonit

Proses perengkahan hidrokarbon akan merengkah (terjadi pemutusan ikatan C-C) jika dipanaskan melebihi suhu 350-400°C dengan atau tanpa bantuan katalis. Semakin panjang ikatan rantai karbon pada suatu senyawa, maka suhu pada proses perengkahan semakin tinggi. Oleh karena itu dibutuhkan katalis untuk menurunkan temperatur dan menyingkat waktu proses.

Bentonit adalah *clay* yang sebagian besar terdiri dari montmorillonit dengan mineral-mineral seperti kwarsa, kalsit, dolomit, feldspars, dan mineral lainnya. Montmorillonit merupakan bagian dari kelompok *smectit* dengan komposisi kimia secara umum $(\text{Mg,Ca})\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Nama monmorilonit itu sendiri berasal dari Perancis pada tahun 1847 untuk penamaan sejenis lempung yang terdapat di Monmorilon Prancis yang dipublikasikan pada tahun 1853 – 1856 (www.dim.esdm.go.id). Bentonit berbeda dari *clay* lainnya karena hampir seluruhnya (75%) merupakan mineral monmorillonit. Mineral monmorillonit terdiri dari partikel yang sangat kecil sehingga hanya dapat diketahui melalui studi menggunakan XRD (*X-Ray Diffraction*). Berdasarkan kandungan alumino silikat hidrat yang terdapat dalam bentonit, maka bentonit tersebut dapat dibagi menjadi dua golongan :

- a. *Activated clay*, merupakan lempung yang mempunyai daya pemucatan yang rendah.
- b. *Fuller's earth*, merupakan lempung yang secara alami mempunyai sifat daya serap terhadap zat warna pada minyak, lemak, dan pelumas.

2.4.1 Proses Terjadinya Bentonit di Alam

Secara umum, asal mula terjadinya endapan bentonit ada 4, yaitu ;

1. Terjadi karena Proses Pelapukan Batuan

Faktor utama yang menyebabkan pelapukan batuan adalah komposisi kimiawi mineral batuan induk, dan kelarutannya dalam air. Mineral-mineral utama dalam pembentukan bentonit adalah plagioklas, kalium-feldspar, biotit, muskovit, serta sedikit kandungan senyawa alumina dan ferromagnesia. Secara umum, faktor yang mempengaruhi pelapukan batuan ini adalah iklim, jenis batuan, relief, dan tumbuh-tumbuhan yang berada di atas bantuan tersebut.

Pembentukan bentonit sebagai hasil pelapukan batuan dapat juga disebabkan oleh adanya reaksi antara ion-ion hidrogen yang terdapat di dalam air, dan di dalam tanah dengan persenyawaan silikat yang terdapat di dalam air dan batuan.

2. Terjadi karena Proses Hidrotermal di Alam

Proses batuan mempengaruhi alternasi yang sangat lemah, sehingga mineral-mineral yang kaya akan magnesium, seperti biotit cenderung membentuk mineral klorit. Kehadiran unsur-unsur logam alkali dan alkali tanah (kecuali kalium), mineral mika, ferromagnesia, feldspar, dan plagioklas pada umumnya akan membentuk monmorilonit, terutama disebabkan karena adanya unsur magnesium. Larutan hidrotermal merupakan larutan yang bersifat asam dengan kandungan klorida, sulfur, karbon dioksida, dan silika. Larutan alkali ini selanjutnya akan terbawa keluar dan bersifat basa, dan akan tetap bertahan selama unsur alkali tanah tetap terbentuk sebagai akibat penguraian batuan asal dan adanya unsur alalkali tanah akan membentuk bentonit.

3. Terjadi karena Proses Transformasi

Proses transformasi (pengabuan) abu vulkanis yang mempunyai komposisi gelas akan menjadi mineral lempung yang lebih sempurna, terutama pada daerah danau, lautan, dan cekungan sedimentasi. Transformasi dari gunung berapi yang sempurna akan terjadi apabila debu gunung berapi diendapkan dalam cekungan seperti danau dan air. Bentonit yang terjadi akibat proses transformasi pada

umumnya bercampur dengan sedimen laut lainnya yang berasal dari daratan, seperti batu pasir dan danau.

4. Terjadi karena Proses Pengendapan Batuan

Proses pengendapan bentonit secara kimiawi dapat terjadi sebagai endapan sedimen dalam suasana basa (alkali), dan terbentuk pada cekungan sedimen yang bersifat basa, dimana unsur pembentuknya antara lain: karbonat, silika, fosfat, dan unsur lainnya yang bersenyawa dengan unsur aluminium dan magnesium (Supeno, M. 2009).

2.4.2 Sifat Fisik dan Kimia Bentonit

Dalam keadaan kering bentonit mempunyai sifat fisik berupa partikel butiran yang halus berbentuk rekahan-rekahan atau serpihan yang khas seperti tekstur pecah kaca (*conchoidal fracture*), kilap lilin, lunak, plastis, berwarna kuning muda hingga abu-abu, bila lapuk berwarna coklat kekuningan, kuning merah atau coklat, bila diraba terasa licin, dan bila dimasukkan ke dalam air akan menghisap air. Bentuk fisik dari bentonit diperlihatkan pada gambar 4 berikut :



Gambar 2. Bentuk fisik bentonit

Sifat fisik lainnya berupa massa jenis 2,2-2,8 g/L, indeks bias 1,547-1,557, dan titik lebur 1330-1430°C. Bentonit termasuk mineral yang memiliki gugus aluminosilikat (Purba EP, 2013).

2.4.3 Komposisi Bentonit

Unsur-unsur kimia yang terkandung dalam bentonit diperlihatkan pada tabel.

Tabel 2. Komposisi Bentonit

Komposisi kimia	Na-Bentonit (%)	Ca-Bentonit (%)
SiO ₃	61,3-61,4	62,12
Al ₂ O ₃	19,8	17,33
Fe ₂ O ₃	3,9	5,30
CaO	0,6	3,68
MgO	1,3	3,30
Na ₂ O	2,2	0,50
K ₂ O	0,4	0,55
H ₂ O	7,2	7,22

(Sumber: Ramadani E, 2011)

2.4.4 Aplikasi Bentonit

1. Bentonit sebagai Bahan penyerap (adsorben) atau Bahan Pemucat pada Industri Minyak Kelapa sawit

Proses penyerapan zat warna (pigmen) merupakan proses yang sering digunakan, seperti penyerapan zat warna pada minyak hewani, minyak nabati, minyak bumi, dan lain-lain.

2. Bentonit sebagai Katalis

Penggunaan lempung sebagai katalis telah lama diperkenalkan, yaitu pada proses perengkahan minyak bumi dengan menggunakan mineral monmorillonit yang telah diasamkan. Namun, penggunaan lempung sebagai katalis memiliki kelemahan, yaitu tidak tahan terhadap suhu tinggi.

3. Bentonit sebagai Bahan Penukar Ion

Pemanfaatan bentonit sebagai penukar ion didasarkan pada sifat permukaan bentonit yang bermuatan negatif, sehingga ion-ion dapat terikat secara elektrostatik pada permukaan bentonit.

4. Bentonit sebagai lumpur Bor

Penggunaan utama bentonit adalah pada industri lumpur bor, yaitu sebagai lumpur terpilar dalam pengeboran minyak bumi, gas bumi serta panas bumi. Aktivasi bentonit untuk lumpur bor adalah merupakan suatu perlakuan untuk mengubah Ca-bentonit menjadi Na-bentonit dengan penambahan bahan alkali.

Bahan alkali yang umum digunakan adalah Natrium karbonat dan natrium hidroksida.

5. Bentonit untuk pembuatan Tambahan Makanan Ternak

Untuk dapat digunakan dalam pembuatan tambahan makanan ternak, bentonit harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- Kandungan bentonit < 30 %
- Ukuran butiran bentonit adalah 200 mesh
- Memiliki daya serap > 60 %
- Memiliki kandungan mineral monmorilonit sebesar 70 %

6. Bentonit untuk Industri kosmetik

Untuk dapat digunakan dalam industri kosmetik, bentonit harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

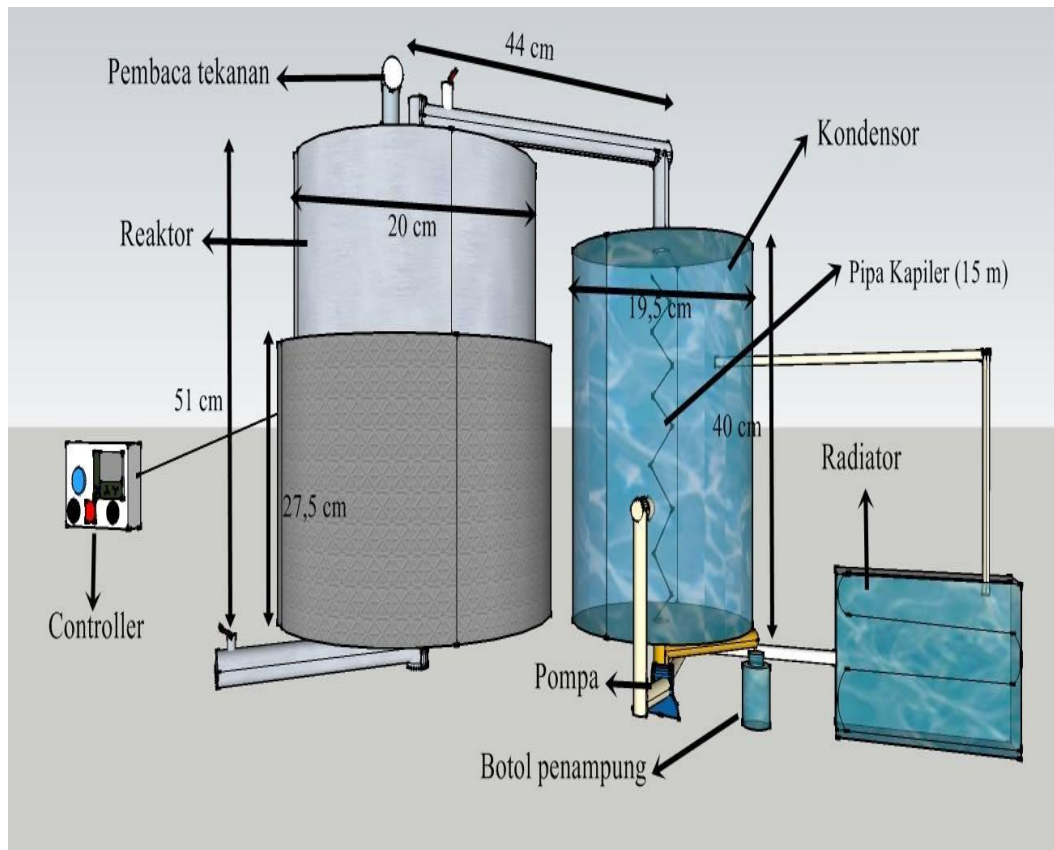
- Mengandung mineral magnesium silikat (Ca-bentonit)
- Mempunyai pH netral
- Kandungan air dalam bentonit adalah < 5 %
- Ukuran buturin adalah 325 mesh

(Sembiring, S. B. 2007)

2.5 Reaktor *Catalytic Cracking*

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah seperangkat alat cracking. Alat tersebut terdiri dari reaktor berbentuk silinder yang tertutup rapat, sebagai tempat terjadinya proses *catalytic cracking* limbah *crumb rubber* (karet butiran). Reaktor terbuat dari bahan yang tahan terhadap suhu tinggi yaitu *stainless steel*. Sebagai media pemanas, di sekeliling reaktor dililiti oleh koil pemanas listrik dan pada bagian bawah reaktor dipasang element pemanas serta diisolasi dengan aluminium dan pada bagian bawahnya diberi jalan untuk mengeluarkan *wax*. Reaktor tersebut terhubung dengan kontrol temperatur yang berfungsi untuk mengontrol temperatur saat proses berlangsung. Selain itu, pada alat ini juga terdapat kondenser yang berfungsi untuk merubah uap yang dihasilkan dari proses *catalytic cracking* limbah *crumb rubber* (karet butiran) menjadi cairan. Kondenser

ini terhubung dengan media pendingin (radiator) untuk mendapatkan temperatur yang rendah pada kondenser. Untuk mengetahui besar tekanan yang ada dalam reaktor dapat diketahui dari *pressure gauge* yang dipasang pada reaktor.



Sumber : dok. pribadi

Gambar 3. Alat *Catalytic Cracking*

2.6 Bahan Bakar Cair (Premium, Solar dan Minyak Tanah)

Dari penelitian yang dilakukan oleh Reska Damayanthi dan Retno Martini, produk yang dihasilkan dari proses perengkahan ban bekas menggunakan katalis produk yang dihasilkan berupa fraksi gas, residu padat dan fraksi cair yang mengandung parafin, olefin, naptha dan aromatis.

Bensin atau solar merupakan bahan bakar tak terbarukan yang terbuat dari minyak bumi. Terbentuk dari sisa-sisa tanaman dan binatang (diatom) yang hidup ratusan juta yang disebut fosil. Sisa-sisa jasad renik inilah yang kemudian ditutupi dengan lapisan sedimen dari waktu ke waktu.

Dengan tekanan ekstrim dan suhu tinggi selama jutaan tahun, sisa organisme ini akan menjadi campuran hidrokarbon cair (senyawa kimia organik dari hidrogen dan karbon) yang kita sebut sebagai minyak mentah. Kilang memecah hidrokarbon ini menjadi produk yang berbeda. Pemilahan produknya ini termasuk diantaranya bensin, solar, residu, dan produk sejenis.

Karena dari fosil bumi maka jumlahnya lama kelamaan menipis otomatis harganya pun dari waktu ke waktu kian melambung tinggi. Apalagi yang disebut Bensin atau solar yang berkualitas tinggi, kelak harganya selangit dan kita berat menjangkaunya. (Pratiwi A, 2010)

2.6.1 Spesifikasi Bensin

Bensin adalah cairan campuran yang berasal dari minyak bumi dan sebagian besar tersusun dari hidrokarbon serta digunakan sebagai bahan bakar dalam mesin pembakaran dalam. Kadangkala istilah mogas (kependekan dari motor gasoline, digunakan mobil) digunakan untuk membedakannya dengan avgas, gasoline yang digunakan oleh pesawat terbang ringan. Karena merupakan campuran berbagai bahan, daya bakar bensin berbeda-beda menurut komposisinya. Ukuran daya bakar ini dapat dilihat dari bilangan oktan setiap campuran. Angka oktan bensin dapat dinyatakan dalam tiga jenis, yaitu Angka Oktan Riset (*Reserch Octane Number-RON*), Angka Oktan Motor (*Motor Octane Number*) dan Distribusi Angka Oktan (*Octane Number Distribution*). Bensin yang baik mempunyai nilai RON dan MON yang tinggi, sensitivitas yang rendah dan distribusi angka oktan yang homogen.

Tabel 3. Spesifikasi Bahan Bakar Minyak Jenis Bensin 91 (termasuk Pertamina)

No	Sifat-sifat	Satuan	Spesifikasi		Metoda uji ASTM/lainnya
			Min	Max	
1	Densitas	Kg/m ³	715	780	D-1298/D-4052
2	Kandungan aromatik	%vol		50.0	D-1319
3	Distilasi				D-86
	IBP	°C	-	-	
	10% vol penguapan pada	°C		70	
	50% vol penguapan pada	°C	77	110	
	90% vol penguapan pada	°C		180	
	Titik didih	°C		205	
	Residu	%vol		2.0	
4	Tekanan uap Reid pada 37,8°C	kPa	45	60 ³⁾	D-323
5	Getah purwa	Mg/100ml		4.0	D-381
6	Periode induksi	Menit	480		D-525
7	Kandungan belerang	%massa		0.10	D-1266
8	Korosi bilah tembaga 3 jam/50°C			ASTM No. 1	D-130
9	Doctor test atau Belerang Merkaptan	%massa		Negatif 0,0020	D-3227
10	Kandungan oxigenate	%vol		10 ⁴⁾	D-4806
11	Warna			Dilaporkan	Visual
12	Kandungan pewarna	Gr/100Lt		Dilaporkan	
13	Intake Valve Sticking	Pass/fail		Pass	
14	Intake Valve Cleanliness II				
	Metode 1,4 valve average or	avg		50	CEC-F-05-A-93
	Metode 2, BMW test or	avg		100	D-5500
	Metode 3, ford 2,3 L	avg		90	D-6201
15	Combustion Chamber Deposits				
	Metode 1, or	%		140	D-6201
	Metode 2, or	Mg/mesin		3500	CEF-F-20-A-98

Sumber: Persetujuan Prinsip Dirjen Mogas No. 940/34/DJM.O/2002, tanggal 2 Desember 2002

Catatan:

- 1) Persetujuan Prinsip Dirjen Mogas No. 940/34/DJM.O/2002, tanggal 2 Desember 2002
- 2) Tanpa penambahan bahan yang mengandung Timbal

- 3) Penyesuaian dibenarkan dengan menggunakan Volatility Adjustment Table
- 4) Penggunaan oksigenat maksimum 10% volume

Spesifikasi yang ditetapkan pemerintah belum/tidak mewajibkan pemakaian aditif detergensi. Sehingga dampak pembakaran BBM pada ruang bakar belum dibatasi. Demikian juga belum disyaratkan banyaknya kandungan ikatan karbon seperti olefin, aromatik, parafin dan naphthena. Sebab komponen bensin yang mempunyai isaran titik didih antara 40°C sampai dengan 225°C mengandung golongan hidrokarbon parafin, olefin, naphthena dan aromatik dengan variasi harga angka oktannya cukup besar.

Bahan bakar jenis premium ini masih rentan terhadap pencemaran udara apabila kondisi mesin kurang mendapat perhatian. Hal ini dapat berdampak meningkatnya pemanasan global. Oleh sebab itu untuk Amerika dan Eropa jenis bahan bakar dengan spesifikasi diatas sudah tidak boleh dipakai lagi mulai tahun 2000. ([www. WordPress.com](http://www.WordPress.com), 9 Desember 2009). Aditif yang digunakan harus kompatibel terhadap bahan bakar minyak yang digunakan. Spesifikasi No 16 s/d 18 disebut 'spesifikasi kinerja'. Artinya dampak BBM setelah dipakai pada mesin harus memenuhi persyaratan tersebut. Kalau BBM hanya murni dari minyak bumi, persyaratan No 16 s/d 18 sulit untuk dipenuhi.

Tabel 4. Spesifikasi Bahan Bakar Minyak Jenis Bensin 95 (termasuk Pertamina plus)

No	Sifat-sifat	Satuan	spesifikasi		Metoda uji ASTM/lainnya
			Min	Max	
1	Densitas	Kg/m ³	715	780	D-1298/D-4052
2	Kandungan timbal	Gr/ltr		0,013 ²⁾	D-3341/D-5059
3	Kandungan aromatik				
4	Distilasi				D-86
	IBP	°C	-	-	
	10% vol penguapan pada	°C		70	
	50% vol penguapan pada	°C	77	110	
	90% vol penguapan pada	°C		180	
	Titik didih	°C		205	
	Residu	%vol		2.0	
5	Tekanan uap reid pada 37,8°C	kPa	45	60 ³⁾	D-323
6	Getah purwa	Mg/100ml		4.0	D-381
7	Periode induksi	Menit	480		D-525
8	Kandungan belerang	%massa		0.10	D-1266
9	Korosi bilah tembaga 3 jam/50°C			ASTM No. 1	D-130
10	Doctor test atau Belerang Merkaptan	%massa		Negatif 0,0020	D-3227
11	Kandungan oxigenate	%vol		10 ⁴⁾	D-4806
12	Warna			Dilaporkan	Visual
13	Kandungan pewarna	Gr/100Lt		Dilaporkan	
14	Fuel injector cleanliness	%flow loses		5	
15	Intake Valve sticking Intake Valve Cleanliness II	Pass/fail		pass	
16	Metode 1,4 valve average or Metode 2, BMW test or Metode 3, ford 2,3 L	avg		50	CEC-F-05-A-93
		avg		100	D-5500
		avg		90	D-6201
17	Combustion Chamber Deposits				
	Metode 1, or	%		140	D-6201
	Metode 2, or	Mg/mesin		3500	CEF-F-20-A-98

Sumber: Persetujuan Prinsip Dirjen Mogas No. 940/34/DJM.O/2002, tanggal 2 Desember 2002

Catatan:

- 1) Persetujuan Prinsip Dirjen Mogas No. 940/34/DJM.O/2002, tanggal 2 Desember 2002
- 2) Tanpa penambahan bahan yang mengandung Timbal
- 3) Penyesuaian dibenarkan dengan menggunakan Volatility Adjustment Table
- 4) Penggunaan oksigenat maksimum 10% volume

Aditif yang digunakan harus kompatibel terhadap bahan bakar minyak yang digunakan. Sebab idealnya, katika bensin dibakar di dalam mesin kendaraan, akan menghasilkan CO₂ dan H₂O saja. Tetapi pada kenyataannya bensin apabila dibakar menghasilkan CO, nitrogen oksida (Nox), dan hidrokarbon tidak terbakar sebagai sumber utama ozon diperkotaan yang berbahaya bagi kesehatan (Arifianti Di, [www. WordPress.com/Spesifikasi BBM](http://www.WordPress.com/Spesifikasi_BBM) << Blog Ramah Lingkungan, 9 Desember 2009).

Tabel 5. Spesifikasi Produk *Premium*

Analisa	Satuan	Spesifikasi
<i>Density at 15⁰C</i>	-	<i>Report</i>
<i>Doctor Test</i>	-	Max Negative
<i>Distillation</i>		
<i>10% vol evaporated</i>	% vol	Max 74
<i>50% vol evaporated</i>	% vol	88 – 125
<i>90% vol evaporated</i>	% vol	Max 180
<i>End point</i>	⁰ C	Max 215
<i>Residue</i>	% vol	Max 2,0
<i>Merchp.Sulphur</i>	% wt	Max 0,002
<i>Sulphur Content</i>	% wt	Max 0,10
<i>Existent Gum</i>	Mgr/100mL	Max 4
<i>Introduction period</i>	<i>Minutes</i>	Min 240
<i>Copper Strip Corrosion</i>	3hrs/212 ⁰ F	ASTM No.1
<i>Reid vapour pressure at 100⁰F</i>	Psi	Max 9,0
<i>Knock rating :</i>		
<i>F1, Research</i>	Ron	Min 88
<i>Lead Content</i>	gr Pb/L	Max 0,013
<i>Oxygen Content</i>	Min	Max 11,0
<i>Color Dry Content</i>	gr/100 L	Yellow 0,13

Sumber : Laporan Pemeriksaan Kualitas Triwulan, Pertamina RU III, Palembang.2011

2.6.2. Spesifikasi Bahan Bakar Solar

Bahan bakar solar adalah bahan bakar minyak hasil sulingan dari minyak bumi mentah bahan bakar ini berwarna kuning coklat yang jernih (Pertamina: 2005). Penggunaan solar pada umumnya adalah untuk bahan bakar pada semua jenis mesin Diesel dengan putaran tinggi (diatas 1000 rpm), yang juga dapat digunakan sebagai bahan bakar pada pembakaran langsung dalam dapur-dapur kecil yang terutama diinginkan pembakaran yang bersih. Minyak solar ini biasa disebut juga *Gas Oil, Automotive Diesel Oil, High Speed Diesel* (Pertamina: 2005).

Mesin-mesin dengan putaran yang cepat (>1000 rpm) membutuhkan bahan bakar dengan karakteristik tertentu yang berbeda dengan minyak Diesel. Karakteristik yang diperlukan berhubungan dengan *auto ignition* (kemampuan menyala sendiri), kemudahan mengalir dalam saluran bahan bakar, kemampuan untuk teratomisasi, kemampuan lubrikasi, nilai kalor dan karakteristik lain.

Bahan bakar solar tersusun atas ratusan rantai hidrokarbon yang berbeda, yaitu pada rentang 12 sampai 18 rantai karbon. Hidrokarbon yang terdapat dalam minyak solar meliputi paraffin, naftalena, olefin dan aromatic (mengandung 24% aromatic berupa benzene, toluene, xilena dan lain-lain), dimana temperatur penyalannya akan menjadi lebih tinggi dengan adanya hidrokarbon volatile yang lebih banyak.

Tabel 6. Spesifikasi Bahan Bakar Solar

No.	karakteristik	Satuan	Batasan		Metode Uji (ASTM)
			min	Max	
1.	Bilangan cetana				
	- Angka cetana atau	-	51	-	D 613-95
	- Indeks cetana	-	48	-	D 4737-96a
2.	Berat jenis (15°C)	Kg/m ³	820	860	D 4052-96
3.	Viskositas (40°C)	cSt	-	3,978	D 445-97
4.	Kandungan sulfur	% m/m	-	005	D 2622-98
5.	Distilasi				D 86-99a
	IBP	°C	-	184	
	5 % vol	°C	-	217	
	10 % vol	°C	-	233	
	20 % vol	°C	-	254	
	30 % vol	°C	-	266	
	40 % vol	°C	-	278	
	50 % vol	°C	-	288	
	60 % vol	°C	-	301	
	70 % vol	°C	-	315	
	80 % vol	°C	-	332	
	90 % vol	°C	-	355	
	95 % vol	°C	-	360	
	EP	°C	-	378	
6.	Titik tuang	°C	-	18	D 97
7.	Titik nyala	°C	-	74	D 93
8.	Residu karbon	% m/m	-	500	D 189
9.	Kandungan air	Ppm	-	232	D 95
10.	Kandungan abu	% m/m	-	001	D 482-95
11.	Partikulat	% m/m	-	001	D473
12.	Penampilan visual	-	Jernih & terang		
13.	Warna	No. ASTM			D 1500

Sumber : (Surat Keputusan Dirjen Migas No. 002/P/DM/MIGAS/1979.2006)

2.6.3. Spesifikasi Minyak Tanah

Minyak tanah atau kerosene cairan hidrokarbon yang tak berwarna dan mudah terbakar. Dia diperoleh dengan cara distilasi fraksional dari petroleum pada 150°C and 275°C (rantai karbon dari C12 sampai C15). Pada suatu waktu dia banyak digunakan dalam lampu minyak tanah tetapi sekarang utamanya digunakan sebagai bahan bakar mesin jet (lebih teknikal Avtur, Jet-A, Jet-B, JP-4 atau JP-8). Digunakan selama bertahun-tahun sebagai alat bantu penerangan, memasak, water heating, dll yang umumnya merupakan pemakaian domestik

(rumahan). Biasanya, minyak tanah didistilasi langsung dari minyak mentah membutuhkan perawatan khusus, dalam sebuah unit Merox atau hidrotreater, untuk mengurangi kadar belerang dan pengaratannya (www.wikipedia.com, 21 Mei 2010).

Tabel 7. Spesifikasi Bahan Bakar Minyak Tanah

Spesifikasi	Satuan	Batasan		Metode analisa	
		Min	max	ASTM	LAIN
Densitas pada 15 ⁰ C	Kg/m ³	-	0.835	D-1298	-
Smoke point mm	Mm	15		D-1322	
Destilation					
- Recovery at 200 ⁰ C	% vol	18		D-86	
- End point	⁰ C		310		
Flash point abel, or	⁰ F	100			
Alternative flash point TAG	⁰ F	105			
Sulphur content	% wt		0.2	D-2166	
Copper strip corrosion (3 hrs/50 ⁰ C)			No.1	D-130	

Sumber : (17.K/72/DDJM/1999 Keputusan Dirjen Minyak dan Gas Bumi)

Catatan :

*) Jika Smoke Point ditentukan dengan ASTM D-1322, maka batasan minimum diturunkan dari 16 menjadi 15 Spesifikasi tersebut sesuai dengan SK Dirjen Migas no. 002/DM/MIGAS/1979 tanggal 25 Mei 1979.

Tabel 8. Test Requirements (Continued)

Test	Property	Units	Limits	Method
5	Combustion			
5.1	Smoke point	Mm	Min 25.0	IP 57/ASTM D1322
5.1 or 5.2	Smoke Point and naphthalen	Mm % v/v	Min 19 max 3.00	IP 57 ASTM D1322 ASTM D 1840
5.3	Spesific energy	Mj/Kg	Min 42.80	(See note 12)

Sumber : (17.K/72/DDJM/1999 Keputusan Dirjen Minyak dan Gas Bumi)

