

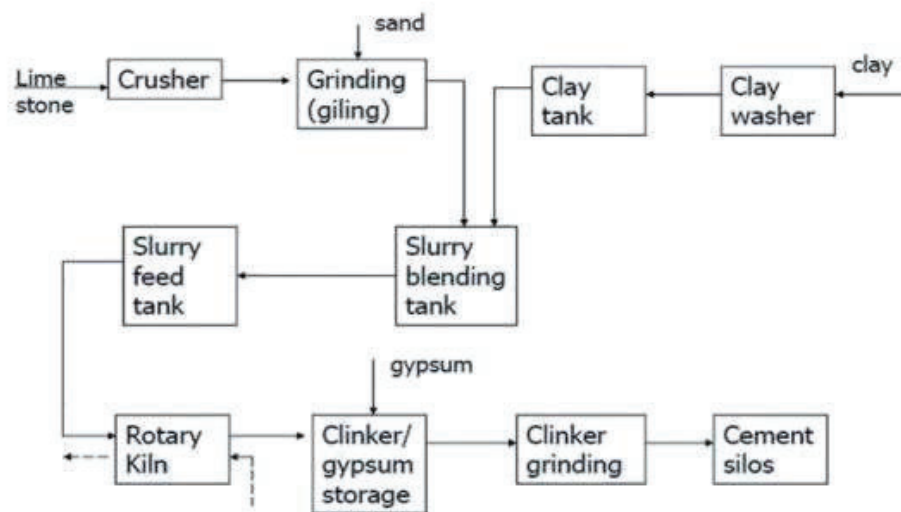


BAB II TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Uraian Proses

II.1.1 Proses Pembuatan Semen

1. Proses Basah



Gambar 2.1 Diagram Proses Semen Proses Basah (Labahn, 2016)

Pembuatan semen dengan proses basah tergantung pada sifat dari bahan baku yang digunakan. Proses diawali dengan penghancuran bahan baku secara mekanis dan dilanjutkan dengan proses pencucian. Kapur dan tanah liat ditambah sejumlah air agar dihasilkan cairan kental. Bahan tersebut kemudian disaring untuk menghasilkan lumpur yang mengandung partikel dengan ukuran sangat halus. Lumpur biasanya hanya mengandung sebagian kecil partikel dengan ukuran lebih besar dari 170 mesh. Kadar air dalam lumpur bervariasi antara 35 sampai 45%, tergantung pada bahan baku.

Bubur semen dibakar pada suhu 1300 - 1500°C dalam tungku yang berputar. Disini bahan bakar (batu bara halus, minyak atau gas alam) dicampurkan ke dalam tungku pembakaran dan kemudian dinyalakan. Lumpur akan mengering setelah semua air dalam bahan semen menguap. Lumpur kering akan mengalami serangkaian reaksi pada pembakaran lebih lanjut. Butiran keras yang dikenal



Laporan Praktek Kerja Lapangan “PT Semen Indonesia, Tbk”

sebagai klinker (diameter 0,252 cm) terbentuk pada tungku dengan zona paling panas. Klinker panas dilewatkan ruang pendingin. Klinker yang relatif dingin kemudian jatuh ke belt conveyor dan ditransfer ke penyimpanan atau langsung ke pabrik penggilingan, beberapa gipsum (CaSO_4) ditambahkan selama proses penggilingan untuk mengontrol karakteristik semen. Semen halus kemudian diayak dan dikemas. (Banerjea . 2015)

Proses basah merupakan proses bila bahan mentah selain gypsum sebelum dibakar dalam kiln dicampur dengan air dengan perbandingan tertentu dan digiling halus sehingga menjadi luluhan (umpan). Proses basah memiliki beberapa keuntungan dan kerugian didalamnya antara lain :

Keuntungan:

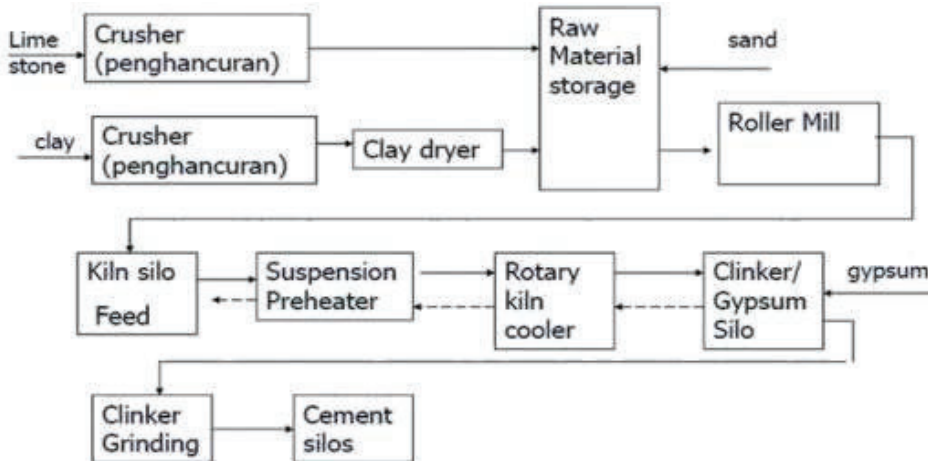
1. Pencampuran lebih homogen karena berbentuk buburan
2. Tak begitu banyak abu, daripada proses kering
3. Pengangkutan bahan lebih, dapat dipakai pompa

Kerugian:

1. Tanurnya lebih panjang, 90-120 m supaya pemanasan sempurna
2. Pemakaian bakar lebih banyak
3. Waktu produksi menjadi lebih lama. (Shreve ,2016).



2. Proses kering



Gambar 2.2 Diagram Proses Produksi Semen Proses Kering (Labahn. 2016)

Proses kering secara khusus diterapkan pada batuan semen alam dan campuran dari batu kapur. Pada proses kering material dihancurkan secara kasar di dalam *jaw crusher* diikuti dengan *gyratory mills*, kemudian dikeringkan dan butiran halus yang terbentuk akan jatuh didalam tube mills. Material berupa bubuk kering tersebut diumpankan langsung kedalam rotary kilns dan akan berlangsung reaksi kimia. Energi Panas untuk rotary kiln disediakan oleh minyak bumi, gas atau batubara yang telah dihancurkan, untuk meningkatkan efisiensi panas rotary kiln didesign panjang. Pada proses panas kiln biasanya pendek, kurang lebih panjangnya 150 ft, tetapi pada proses basah, panjang nya antara 300-500 ft. Diameter dalam biasanya antara 8 - 15 ft. Kiln diputar dengan kecepatan sudut 0.5 sampai 2 rpm. Kiln diatur sedikit miring sehingga material yang diumpankan pada bagian yang lebih tinggi turun secara perlahan menuju bagian yang paling rendah pada akhir pembakaran, lama waktu tinggal material masuk hingga keluar berlangsung sekitar 2 sampai 3 jam. Beberapa alat juga ditambahkan pada *rotary kiln* yaitu *cyclone* pemisah debu dan *cottrell precipitators*. Limbah udara dari kiln bisa mencapai 800°C, sehingga lapisan didalam kiln harus bisa menahan abrasi dan serangan kimiawi pada suhu tinggi didalam zona clinkering. Pemilihan pada lapisan *refractory* digunakan batu bata



Laporan Praktek Kerja Lapangan “PT Semen Indonesia, Tbk”

tinggi alumina dan magnesia .

Produk akhir yang terbentuk berupa massa granul keras dengan ukuran diameter 1/8 sampai 3/4 in, atau bisa disebut klinker. Klinker jatuh menuju rotaring *cooler* yang selanjutnya dilakukan alat penggiling halus didalam *tube ball mills* dan proses pengemasan otomatis menjadi produk semen. Selama proses penggilingan halus ditambahkan zat pengawet seperti *gypsum*. (Banerjea . 2015)

Proses Kering juga memiliki beberapa keuntungan dan kerugian di dalamnya antara lain :

Keuntungan:

1. Tanur yang dipakai lebih pendek 35-45 m
2. Bahan bakar sedikit dan tidak memerlukan penguapan air
3. Waktu produksi jadi lebih singkat

Kerugian:

1. Pencampuran masa tak begitu homogen
2. Banyak abu yang keluar, mengganggu kesehatan
3. Pencampuran tidak sempurna karena proses dalam keadaan padat

(Shreve ,2006)



II.2 Uraian Tugas Khusus

Penurunan Parameter NOx dan CO pada Emisi Gas Buang B30

II.2.1 Latar Belakang

Pertambahan jumlah penduduk yang disertai dengan peningkatan kesejahteraan masyarakat berdampak pada makin meningkatnya kebutuhan akan sarana transportasi dan aktivitas industri(Havendri, 2018). Tren penyediaan dan konsumsi BBM Indonesia mengalami peningkatan dari tahun 2000 sampai 2014. Rerata peningkatan penyediaan dan konsumsi BBM adalah 1.74% dan 1.76% per tahun. Produksi minyak mentah Indonesia mengalami penurunan dengan rerata 4.07% per tahun. Impor minyak mentah dan BBM mengalami peningkatan dengan rerata 4.90% dan 7.09% per tahun (Sa’adah, 2016). Diperkirakan dalam kurun waktu 10-15 tahun ke depan, cadangan minyak Indonesia akan habis. Apalagi bahan bakar fosil termasuk kedalam kelompok energi yang tak terbarukan atau unrenewable energi yang berarti energi jenis ini dapat habis pada suatu waktu. (Elma, 2016)

Penggunaan bahan bakar yang terus meningkat memberikan dampak negatif pada lingkungan yaitu tingginya tingkat pencemaran di udara akibat emisi hasil proses pembakaran bahan bakar fosil. Emisi berupa partikulat (debu, timah hitam) dan gas (CO, NO, SO, H₂S) dapat menyebabkan gangguan kesehatan dan kerusakan pada lingkungan(Havendri, 2018). Untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak bumi tersebut, salah satu caranya adalah dengan memproduksi bahan bakar biodiesel yang bahan bakunya diperoleh dari tumbuhan(Witjonarko, 2017). Oleh karena itu, pemerintah mengeluarkan PERMEN ESDM No.41 Tahun 2018 tentang penyediaan dan pemanfaatan bahan bakar nabati jenis biodiesel. (Cholik, 2020)

Biodiesel merupakan bahan bakar yang mengandung senyawa ester dari tanaman dan lemak hewan dan bisa dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif yang sangat potensial sebagai pengganti solar pada mesin disel. (Elma, 2016). Biodiesel yang sering dipergunakan pada industri adalah biodiesel campuran karena tidak perlu memodifikasi alat (Havendri, 2018). Misalnya pada industri

~~PT. Semen~~

Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur



Laporan Praktek Kerja Lapangan “PT Semen Indonesia, Tbk”

Indonesia (persero) Tuban menggunakan B30. B30 memiliki arti Biodiesel 30% ditambah 70% solar (Cholik, 2020). Biodiesel sangat ramah lingkungan karena gas buang hasil pembakarannya yang dilepaskan ke atmosfir akan diserap kembali oleh tumbuhan untuk keperluan proses fotosintesis. (Witjonarko, 2017). Menurut Havendri (2018) secara umum, sifat biodiesel lebih ramah lingkungan dibanding bahan bakar berbasis minyak bumi. Bahkan biodiesel mampu mengurangi emisi tanpa mengorbankan unjuk kerja dan efisiensi mesin. Penggunaan 100% biodiesel akan: menurunkan emisi CO₂ sampai 100%, menurunkan emisi SO₂ sampai 100%, menurunkan emisi CO antara 10-50%, dan menurunkan emisi HC antara 10-50% oksida. Tetapi ada biodiesel yang masih menghasilkan emisi melebihi baku mutu yang telah ditetapkan pemerintah. Emisi yang dihasilkan pada B-30 dapat diturunkan dengan beberapa tahapan, yaitu pengecekan pada mesin, pengecekan pada proses pembuatan biodiesel, menggunakan adsorben.

II.2.2 Tujuan

Tujuan dari tugas khusus kerja praktik ini untuk mengkaji penurunan emisi gas buang NO_x dan CO agar memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan.

II.2.3 Manfaat

Memperoleh teori-teori dasar dan konsep yang lebih luas mengenai penurunan emisi gas buang NO_x dan CO

II.2.4 Tinjauan Pustaka

II.2.4.1 Biodiesel

Biodiesel secara umum adalah bahan bakar mesin diesel yang terbuat dari bahan terbarukan atau secara khusus merupakan bahan bakar mesin diesel yang terdiri atas senyawa ester dari asam-asam lemak. Biodiesel dapat dibuat dari minyak nabati, minyak hewani atau dari minyak goreng bekas/daur ulang. Biodiesel merupakan salah satu bahan bakar mesin diesel yang ramah lingkungan dan dapat diperbarui (renewable). Biodiesel tersusun dari berbagai macam ester asam lemak yang dapat diproduksi dari minyak tumbuhan maupun lemak hewan.



Laporan Praktek Kerja Lapangan “PT Semen Indonesia, Tbk”

Minyak tumbuhan yang sering digunakan antara lain minyak sawit (palm oil), minyak kelapa, minyak jarak pagar dan minyak biji kapok randu, sedangkan lemak hewani seperti lemak babi, lemak ayam, lemak sapi, dan juga lemak yang berasal dari ikan.

(Wibisono, 2017)

Perlu di ketahui bahwa biodiesel dapat dipakai secara murni 100%, tanpa mencampurnya dengan solar, atau dapat menggunakan pencampuran biodiesel terhadap solar dengan persentase tertentu. B100 dapat digunakan setelah mesin dimodifikasi misalnya karet pada mesin biodiesel diganti dengan karet yang tahan biodiesel (Manai, 2012). Sedangkan biodiesel yang dicampur solar dengan kadar tertentu dapat dipergunakan langsung tanpa harus dimodifikasi mesin.

(Havendri, 2018)

B100	100% Biodiesel (tanpa campuran)
B50	50% Biodiesel dan 50% solar
B30	30% Biodiesel dan 70% solar
B20	20 % Biodiesel dan 80% solar
B10	10% Biodiesel dan 90% solar
B5	5% Biodiesel dan 95% solar

II.2.4.1. 1 Kelebihan Biodiesel

Bila dibandingkan dengan bahan bakar solar, biodiesel memiliki beberapa kelebihan yaitu:

1. Secara umum, sifat biodiesel lebih ramah lingkungan dibanding bahan bakar berbasis minyak bumi. Bahkan biodiesel mampu mengurangi emisi tanpa mengorbankan unjuk kerja dan efisiensi mesin. Penggunaan 100% biodiesel akan: menurunkan emisi CO₂ sampai 100%, menurunkan emisi SO₂ sampai 100%, menurunkan emisi CO antara 10-50%, dan menurunkan emisi HC antara 10-50% oksida.
2. Merupakan bahan bakar yang tidak beracun, aman dalam penyimpanan, aman dalam transportasi, dan dapat didegradasi secara alami yaitu lebih mudah terurai oleh mikroorganisme (biodegradable). Pencemaran akibat



Laporan Praktek Kerja Lapangan "PT Semen Indonesia, Tbk"

tumpahnya biodieselpada tanah dan air bisa teratasi secara alami.

3. Biodiesel mampu mengeliminasi efek rumah kaca
4. Biodiesel memiliki bilangan asap (smoke number) rendah
5. Mempunyai nilai bilangan setana yang lebih tinggi antara 57 sampai 62 sehingga efisiensi pembakaran lebih baik
6. Menurunkan keausan ruang piston karena pelumasab bahan bakar yang bagus (kemampuan untuk melumasi mesin dan sistem bahan bakar
7. Biodiesel dapat diperbaharui karena diproduksi dari bahan pertanian. Biodiesel bisa di produksi skala kecil dan menengah. Sehingga dapat meningkatkan nilaiproduk pertanian indonesia
8. Menurunkan ketergantungan suplai minyak dari negara asing dan fluktuasi harga.(Havendri, 2018)

Biodiesel disintesis dari ester asam lemak dengan rantai karbon antara C6- C22 dengan reaksi transesterifikasi. Biodiesel bisa digunakan dengan mudah karena dapat bercampur dengan segala komposisi dengan minyak solar, mempunyai sifat- sifat fisik yang mirip dengan solar biasa sehingga dapat diaplikasikan langsung untuk mesin-mesin diesel yang ada hampir tanpa modifikasi.

(Wibisono, 2017)

II.2.4.1. 2 Komponen utama Biodiesel

Biodiesel terbuat dari 3 komponen utama :

1. Minyak

Minyak bisa berasal dari minyak nabati dan hewani. Kebanyakan minyak yang di gunakan biasanya adalah minyak nabati, karena lebih mudah didapatkan. Minyak nabati biasa disebut dengan trigliserida atau gliserin ester.

2. Alkohol

Bahan alkohol yang digunakan biasanya metil alkohok (metanol). Metanol berbentuk cair, bersift beracun, juga mudah meledak seperti petroleum dan dapat melarutkan bahan bahan dari karet

3. Alkalis

Alkalis yang bisa digunakan basa kuat, misalnya NaOH dan KOH. Alkalis yang
Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



Laporan Praktek Kerja Lapangan “PT Semen Indonesia, Tbk”

paling sering digunakan adalah NaOH dikarenakan bahan NaOH lebih mudah didapat dan juga lebih murah harganya. (Manai, 2012)

II.2.4.1.3. Pembuatan Biodiesel

Biodiesel dibuat melalui proses kimia yang disebut sebagai transesterifikasi yaitu pemisahan gliserin dari minyak nabati atau hewani. Secara sederhana, biodiesel didapat dengan mereaksikan minyak nabati/hewani dengan alkohol (metanol) dengan bantuan hidroksida kuat (NaOH) sebagai katalisnya. Dari proses itu akan dihasilkan produk biodiesel (metil ester) dan gliserin. Produk samping yang dihasilkan merupakan bahan yang sangat berguna, sebagai bahan dasar sabun dan aneka produk lainnya. (Manai, 2012)

Tahapan reaksi transesterifikasi pembuatan biodiesel selalu menginginkan agar didapatkan produk biodiesel dengan jumlah yang maksimum. Beberapa kondisi reaksi yang mempengaruhi konversi serta perolehan biodiesel melalui transesterifikasi adalah sebagai berikut :

a) Pengaruh air dan asam lemak bebas.

Minyak nabati yang akan ditransesterifikasi harus memiliki angka asam yang lebih kecil dari 1. Banyak peneliti yang menyarankan agar kandungan asam lemak bebas lebih kecil dari 0,5 % ($< 0,5\%$). Selain itu, semua bahan yang akan digunakan harus bebas dari air. Karena air akan bereaksi dengan katalis, sehingga jumlah katalis menjadi berkurang. Katalis harus terhindar dari kontak dengan udara agar tidak mengalami reaksi dengan uap air dan karbon dioksida. (Wibisono, 2017)

b) Pengaruh perbandingan molar alkohol dengan bahan mentah.

Secara stoikiometri, jumlah alkohol yang dibutuhkan untuk reaksi adalah 3 mol untuk setiap 1 mol trigliserida untuk memperoleh 3 mol alkil ester dan 1 mol gliserol. Perbandingan alkohol dengan minyak nabati 4,8:1 dapat menghasilkan konversi 98 %. Secara umum ditunjukkan bahwa semakin banyak jumlah alkohol yang digunakan, maka konversi yang diperoleh juga akan semakin bertambah. Pada rasio molar 6:1, setelah 1 jam konversi yang dihasilkan adalah



Laporan Praktek Kerja Lapangan “PT Semen Indonesia, Tbk”

98 - 99 %, sedangkan pada 3:1 adalah 74- 89 %. Nilai perbandingan yang terbaik adalah 6:1 karena dapat memberikan konversi yang maksimum.

c) Pengaruh jenis alkohol.

Pada rasio 6:1, metanol akan memberikan perolehan ester yang tertinggi dibandingkan dengan menggunakan etanol atau butanol.

d) Pengaruh jenis katalis.

Alkali katalis (katalis basa) akan mempercepat reaksi transesterifikasi bila dibandingkan dengan katalis asam. Katalis basa yang paling populer untuk reaksi transesterifikasi adalah natrium hidroksida (NaOH), kalium hidroksida (KOH), natrium metoksida (NaOCH₃), dan kalium metoksida (KOCH₃). Katalis sejati bagi reaksi sebenarnya adalah ion metilat (metoksida). Reaksi transesterifikasi akan menghasilkan konversi yang maksimum dengan jumlah katalis 0,5-1,5 % - b minyak nabati. Jumlah katalis yang efektif untuk reaksi adalah 0,5 % - b minyak nabati untuk natrium metoksida dan 1 % - b minyak nabati untuk natrium hidroksida.

e) Metanolisis Crude dan Refined Minyak Nabati

Perolehan metil ester akan lebih tinggi jika menggunakan minyak nabati refined. Namun apabila produk metil ester akan digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel, cukup digunakan bahan baku berupa minyak yang telah dihilangkan getahnya dan disaring. (Wibisono, 2017)

f) Pengaruh suhu

Reaksi transesterifikasi dapat dilakukan pada suhu 30 – 65 °C (titik didih metanol sekitar 65 °C). Semakin tinggi suhu, konversi yang diperoleh akan semakin tinggi untuk waktu yang lebih singkat. (Wibisono, 2017)

Meskipun biodisel sangat ramah lingkungan, tetapi masih ada emisi gas buang.

II.2.4.2 Emisi Gas Buang

Emisi gas buang adalah sisa hasil pembakaran bahan bakar didalam mesin pembakaran dalam, mesin pembakaran luar yang dikeluarkan melalui sistem pembuangan mesin. Emisi yang dihasilkan dalam penggunaan bahan bakar berupa



Laporan Praktek Kerja Lapangan “PT Semen Indonesia, Tbk”

partikulat (debu, timah hitam) dan gas. Adapun gas yang di hasilkan antara lain sebagai berikut :

A. Karbon Monoksida (CO)

Karbon Monoksida merupakan emisi gas buang yang tidak berwarna dan tidak berbau namun sangat beracun. Karbon Monoksida terjadi karena tidak cukup oksigen dalam proses pembakaran. Gas Karbon Monoksida dapat mengakibatkan pengurangan daya tahan terhadap infeksi saluran pernafasan pada anak kecil dan orang dewasa, mengurangi kemampuan darah untuk mengikat oksigen dan perokok, penderita sakit jantung dan penderita anemia sangat sensitif terhadap karbon monoksida. (Hidayanto, 2017)

B. Nitrogen Oksida (NO_x)

Nitrogen Oksida merupakan hasil reaksi antara N₂ dan O₂ dalam temperatur yang tinggi, akibat dari tekanan kompresi yang tinggi atau campuran yang kurus, makin tinggi temperatur mesin maka NO_x juga semakin tinggi. Nitrogen Oksida berbau tidak sedap dan mengakibatkan iritasi mata dan hidung. Nitrogen Oksida dapat meningkatkan sensitivitas bagi penderita asma dan bronkitis (mudah kambuh), dan mengurangi daya tahan terhadap infeksi pernafasan pada anak-anak dan dewasa.

C. Hidrokarbon (HC)

Hidrokarbon secara alamiah ada dalam minyak mentah dan seperti timbal bisa digunakan sebagai peningkat angka oktan, *octane enhancers* mencegah bahan bakar terbakar prematur yang bisa merusak mesin. Hidrokarbon beraroma seperti uap bahan bakar, pedih di mata dan menyebabkan iritasi jalan pernafasan. Hidrokarbon bersifat *carcinogenic*, berbau tajam, terasa pedih bila bersentuhan dengan mata. Kepekatan Hidrokarbon yang tinggi akan merusak sistem pernapasan (tenggorokan), terutama yang beracun adalah Benzena dan Toluene, menyebabkan batuk, bronkitis dan kanker paru-paru. Emisi HC yang berlebihan berarti banyak bahan bakar yang terbuang percuma. Emisi gas buang berupa hidrokarbon terjadi manakala timing pengapian tidak tepat, valve clearance tidak



Laporan Praktek Kerja Lapangan
“PT Semen Indonesia, Tbk”

tepat, busi tidak bagus, kabel busi bocor, kompresi tidak bagus. (Hidayanto, 2017)