



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Uraian Umum

II.1.1 *Bleaching Earth*

PT. Madu Lingga Raharja merupakan salah satu pabrik yang memproduksi *bleaching earth*. Bahan baku yang digunakan yaitu bentonite yang mengandung senyawa aluminium silikat. Bentonite ini diperoleh dari beberapa wilayah di Indonesia. Produksi pembuatan *bleaching earth* dilakukan melalui beberapa proses, mulai dari mengubah bentonite menjadi slurry hingga menghasilkan *bleaching earth* yang berupa serbuk.

Bleaching earth berupa clay mempunyai kemampuan untuk mengadsorb zat warna dan zat-zat yang tidak diinginkan dalam minyak pada proses pengolahan edible oil. Fungsi dari *bleaching earth* adalah untuk meningkatkan kualitas, rasa, bau, dan kestabilan produk akhir yang dihasilkan. Komponen utama dari *bleaching earth* adalah bentonite, yang terdiri dari kristal aluminium silikat (SiO_2 , Al_2O_3), air terikat, logam alkali (kalsium oksida, CaO ; magnesium oksida, MgO) dan logam transisi lainnya (seperti besi oksida, Fe_2O_3).

II.1.2 Proses Produksi *Bleaching Earth*

II.1.2.1 Persiapan Bahan Baku

Bleaching earth diproduksi dengan bahan baku utama yaitu bentonite. Bentonite merupakan jenis tanah liat yang terdiri dari montmorillonite dengan sedikit ilit, kaolinit, kristobalit, dan mineral-mineral lainnya. Penggunaan bentonite sebagai *bleaching earth* didasarkan pada kemampuan penyerapan bentonit terhadap zat-zat organik maupun anorganik. Sebelum diaktivasi, bentonite yang berupa bongkahan dihancurkan terlebih dahulu. Bongkahan bentonite tersebut kemudian ditambahkan dengan air untuk mengubahnya menjadi *slurry*. Proses ini berlangsung berulang kali hingga terbentuk *slurry* yang memiliki ukuran seragam. *Slurry* yang terbentuk kemudian diumpankan menuju reactor aktivasi.



II.1.2.2 Aktivasi *Bleaching Earth*

Aktivasi *bleaching earth* dengan asam mineral (seperti HCl atau H₂SO₄) dapat meningkatkan daya pemucat karena asam mineral yang digunakan akan melarutkan atau bereaksi dengan komponen berupa tar, garam Ca dan Mg yang menutupi pori-pori adsorben, sehingga luas permukaan adsorben menjadi lebih besar. Pada aktivasi menggunakan asam, mula-mula terjadi pertukaran kation dari garam mineral (Ca²⁺ dan Mg²⁺) pada lapisan interlayer bentonite dengan ion H⁺ dari asam. kemudian diikuti dengan pelarutan ion Al⁺³ dan ion logam lainnya seperti Fe⁺³ dari lapisan lattice bentonit. Akibat pelarutan ion Al⁺³, maka bentonite menjadi bermuatan negatif sehingga meningkatkan kemampuan penyerapan dari *acid activated clay*. Selain itu pelarutan ion yang terjadi pada saat aktivasi asam akan meningkatkan luas permukaan dari clay (Tanjaya, 2007).

II.1.2.3 Pengendalian Produk

Proses pengendalian produk terdapat pada proses pencucian dan pengeringan. Setelah terbentuk *activated slurry*, kemudian dilakukan proses pengepressan untuk memisahkan filtrat dengan cakenya. Filtrat akan ditampung dan dijual sebagai produk samping. Sedangkan cake akan diubah menjadi slurry kembali dan diumpankan ke unit pencucian. Pencucian yang dilakukan terdiri atas 3 (tiga) proses, yaitu pencucian tengah, kiri, dan kanan. Pada proses pencucian ini, filtratnya diuji di Laboratorium untuk menentukan kualitas *bleaching earth* yang dihasilkan. Selanjutnya, cake hasil pencucian akan dikeringkan sehingga menghasilkan *bleaching earth*.

II.1.3 Penggunaan *Bleaching Earth*

Proses *bleaching* minyak sawit dengan menggunakan *bleaching agent* bertujuan untuk memisahkan zat-zat warna dan zat organik yang menyebabkan minyak sawit mentah (CPO) berwarna gelap (coklat kemerah-merahan), zat tersebut dijerap oleh adsorben sehingga warna CPO menjadi lebih bening dan jernih. *Bleaching Earth* merupakan bahan pemucat yang juga dapat berfungsi



sebagai adsorben untuk mendapatkan standar mutu warna *bleaching palm oil* (BPO) pada industri refinery berbasis CPO. Untuk jenis *bleaching earth* yang sama diperlukan konsentrasi optimal untuk mempertahankan kualitas *degumming bleaching palm oil* (DBPO) dan *refined bleached deodorize palm oil* (RBDPO). Jenis *bleaching earth* yang digunakan adalah bentonit yang juga berperan sebagai *bleaching agent*. Secara fisik *bleaching earth* yang digunakan mempunyai ciri warna putih tulang dan berbentuk serbuk. Jenis ini digunakan dalam proses refinery sebagai penyerap bahan pengotor yang terdapat pada *Crude palm oil* (CPO). Proses pemucatan minyak sawit dengan menambahkan *bleaching earth* pada skala industri biasanya berlangsung selama 30 menit pada temperatur 100 - 130°C (Heryani, 2019).

II.2 Uraian Tugas Khusus

Dalam pelaksanaan Praktik Kerja Lapang di PT. Madu Lingga Raharja, target yang dicapai berupa pemahaman proses produksi *bleaching earth* pada seluruh unit produksi, perancangan desain pada reactor aktivasi, identifikasi masalah pada unit produksi, serta perbedaan penggunaan *neutralizing agent* pada unit pengolahan air limbah.

II.2.1 Perancangan Desain pada Reaktor Aktivasi

Reaktor kimia adalah suatu bejana tempat berlangsungnya reaksi kimia. Perancangan suatu reaktor kimia harus mengutamakan efisiensi kinerja reaktor, sehingga didapatkan hasil produk dibandingkan masukan (input) yang besar dengan biaya yang minimum, baik itu biaya modal maupun operasi. Tentu saja faktor keselamatan pun tidak boleh dikesampingkan. Perubahan energi dalam suatu reaktor kimia bisa karena adanya suatu pemanasan atau pendinginan, penambahan atau pengurangan tekanan, gaya gesekan (pengaduk dan cairan), dan lainnya. PT. Madu Lingga Raharja menggunakan reaktor untuk berlangsungnya proses aktivasi bentonite melalui reaksi dengan penambahan H_2SO_4 . Reaktor yang digunakan yaitu reaktor tangki berpengaduk. Reaktor aktivasi ini didesain sesuai kebutuhan dengan memperhatikan faktor keamanan dan keselamatan.



1. Perhitungan desain reactor aktivasi

Data yang diketahui pada reactor aktivasi meliputi:

Diameter	: 230 cm = 2,3 m
Tinggi	: 570 cm = 5,7 m
Tekanan operasi	: 1 atm
Temperatur	: 100°C
Tutup atas	: Torispherical
Tutup bawah	: flat

Penyelesaian :

OD =	90,551 in	= 2,3 m
P _i =	0 psig	
P _o =	14,7 psig	= 1 atm
T =	212 °F	= 100 C
Knuckle Radius (r ₁)	=	7 1/2 % dari crown radius (rc/r)

a. Menghitung Tebal Shell

$$\begin{aligned} P_{\text{design}} &= P_i - P_o \\ &= 0 - 14,7 \\ &= 14,7 \text{ psig} \end{aligned}$$

*Asumsi bahan material shell silinder

Carbon steels SA-283 grade C (buku B&Y hal 342)

$$f_{\text{all}} = 12500$$

Asumsi pengelasan shell

Single welded butt joint

$$e = 80\%$$

$$e = 0,8$$

Asumsi faktor korosi shell

$$C = 1/16 \text{ in} = 0,0625 \text{ in}$$



Menentukan Tebal Shell

a) Asumsi tebal shell, $t_s = 2/16$ in

$$\begin{aligned} \text{OD} &= \text{ID} + 2 t_s \\ 90,551 &= \text{ID} + 0,25 \\ \text{ID} &= 90,301 \text{ in} \end{aligned}$$

$$t_s = \frac{Pd di}{2(fE - 0,6Pd)} + C$$

$$0,125 = \frac{14,7 \text{ psi} \times 90,176 \text{ in}}{2(f(0,8) - 0,6(14,7 \text{ psi}))} + 0,0625$$

$$f \text{ hitung} = 13285,272$$

karena $f \text{ hitung} > f \text{ allowable}$ jadi asumsi t_s tidak diizinkan, karena under design

b) Asumsi tebal shell, $t_s = 3/16$ in

$$\begin{aligned} \text{OD} &= \text{ID} + 2 t_s \\ 90,551 &= \text{ID} + 0,375 \\ \text{ID} &= 90,176 \text{ in} \end{aligned}$$

$$t_s = \frac{Pd di}{2(fE - 0,6Pd)} + C$$

$$0,1875 = \frac{14,7 \text{ psi} \times 90,176 \text{ in}}{2(f(0,8) - 0,6(14,7 \text{ psi}))} + 0,0625$$

$$f \text{ hitung} = 6638,961$$

karena $f \text{ hitung} < f \text{ allowable}$ jadi asumsi t_s diizinkan yakni $3/16$ in

b. Menghitung Tebal tutup silinder atas

Bentuk torispherical

$P_{\text{design}} = 14,7$ psig

Asumsi Material : Carbon steels SA-283 grade C

$f \text{ allowable} = 12500$



Asumsi pengelasan shell

Single welded butt joint (buku B&Y tabel 2.1)

$$e = 80\% \\ = 0,8$$

Asumsi faktor korosi shell

$$C = 0,0625 \text{ in}$$

$$\text{Asumsi } t_h = 0,3175 \text{ in}$$

berdasarkan buku B&Y tabel 5.7

$$r = r_c = 96 \text{ in}$$

$$r_1 = 7,2 \text{ in}$$

$$W = 1/4 (3 + \sqrt{r_c/r_1})$$

$$W = 1,663$$

Menghitung t_h

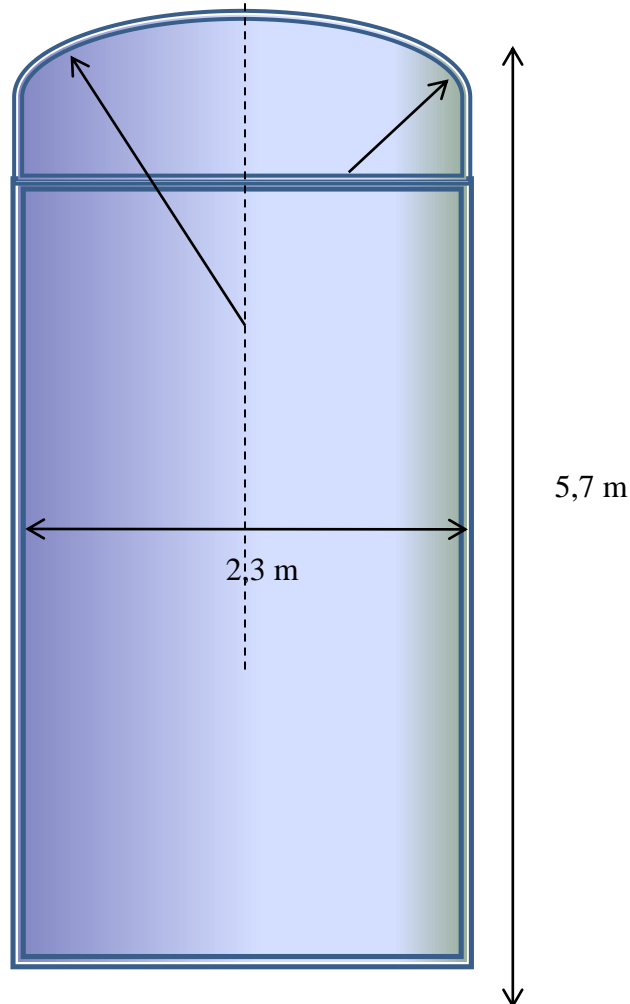
Karena $r_1 > 6\% r_c$ maka t_h :

$$t_h = \frac{Pd r_c W}{2f e - 0,2Pd} + C$$

$$t_h = \frac{(14,7 \text{ psi}) \times (96) (1,663)}{2(12500)(0,8) - 0,2(14,7)} + 0,0625$$

$$f_{\text{hitung}} = 5868,446$$

$f_{\text{hitung}} < f_{\text{allowable}}$ sehingga asumsi t_h di izinkan sebesar 5/16
didapatkan nilai t_h atas (torispherical) sebesar 5/16 in dengan OD 90,55 in, icr
6 1/8 in, dan r 96 in



Desain Tangki Aktivasi

Diameter	: 230 cm = 2,3 m	Tebal Shell	: 3/16 in
Tinggi	: 570 cm = 5,7 m	Tutup atas	: Torispherical
Tekanan operasi	: 1 atm	Tebal tutup	: 5/16 in
Temperatur	: 100°C	OD	: 90,55 in
Bahan	: Carbon steels	icr	: 6 1/8 in
SA-283 grade C		r	: 96 in



II.2.2 Identifikasi Masalah pada Unit Produksi

a. Unit boiler

Boiler adalah bejana tertutup dimana panas pembakaran dialirkan ke air sampai terbentuk air panas atau steam. Air panas atau steam pada tekanan tertentu kemudian digunakan untuk mengalirkan panas ke suatu proses. Proses produksi *bleaching earth* pada PT. Madu Lingga Raharja memerlukan steam untuk proses aktivasi dalam reactor. Pengoperasian boiler yang tidak tepat dapat mengakibatkan terhambatnya proses produksi dikarenakan steam yang dihasilkan memiliki peranan penting dalam aktivasi dalam reactor. Sehingga permasalahan dalam boiler sebaiknya diminimalisir. Berikut beberapa permasalahan dalam boiler, diantaranya:

Tabel II.1 *Troubleshooting* pada Boiler

Masalah	Penyebab	Penanganan
Kerak	Kualitas air umpan belum memenuhi standar, tingkat kesadahan air masih tinggi	Merancang water treatment yang baik dan penambahan injeksi kimia scale inhibitor untuk mencegah timbulnya kerak
Korosi	Air umpan mengandung kadar oksigen cukup tinggi, kebocoran sistem	Diperlukan injeksi oxygen scavenger untuk mengurangi kadar oksigen dan injeksi corrosion inhibitor
Minimnya efisiensi pembakaran	Rendahnya kualitas bahan bakar	Menggunakan solid fuel additive untuk membantu bahan bakar mencapai nilai pembakaran minimum
<i>Carryover</i>	Adanya kotoran dalam uap dari boiler, level air mencapai high level	Dilakukan pengurasan air boiler (<i>blow down</i>), mengurangi level air dalam boiler

b. Unit filter press

Filter press merupakan alat yang digunakan pada proses untuk memisahkan antara cairan dan padatan. Proses produksi PT. Madu Lingga Raharja yang menggunakan filter press yaitu pada unit pengepressan, pencucian, serta unit pengolahan air limbah. Unit pengepressan terletak setelah unit aktivasi dengan tujuan untuk memisahkan cake bentonite yang teraktivasi dengan filtratnya, sebelum diumpankan menuju unit pencucian. Filter press yang digunakan tidak selalu beroperasi dengan baik. Terkadang juga mengalami masalah-masalah yang dapat menghambat proses produksi. Sehingga diperlukan pemeliharaan dan penanganan yang tepat. Berikut beberapa masalah yang sering terdapat pada unit filter press, yaitu:

Tabel II.2 *Troubleshooting* pada Filter Press

Masalah	Penyebab	Penanganan
Pompa berhenti di tengah siklus	Tekanan suplai udara turun dan kekuatan penjepit hilang	Pastikan tekanan udara system tetap
Plat putus	Katup umpan tersumbat	Sisa slurry di katup umpan dibuang dengan bantuan spatula
	Pemompaan umpan tidak teratur	Dilakukan pemeriksaan pada pompa yang digunakan untuk memastikan kapasitas pemompaan dan tekanan pelepasan memadai
	Penempatan plat cadangan yang tidak sesuai	Plat cadangan diletakkan di belakang plat ekor
	Pembukaan katup umpan yang tidak tepat saat pompa umpan dihidupkan	Semua katup dibuka sebelum memulai pompa umpan
Kebocoran air	Filter cake berada di	Cake dibersihkan dengan



di antara pelat	permukaan penyegelan	menggunakan spatula
	Terdapat lubang di kain filter	Kain filter diganti dengan yang baru
Kain filter tertarik keluar dari alur selama operasi, meskipun cake penuh sedang dibuat	Tali selempang memiliki ukuran yang tepat untuk kain	Kain yang baru harus dibuat dengan tali selempang lebih besar

II.2.3 Perbedaan Penggunaan Neutralizing Agent pada Unit Pengolahan Air Limbah

Pada pengolahan limbah di pabrik ini, digunakan *quicklime* (CaO) untuk menetralsasi limbah. *Quicklime* (CaO) direaksikan dengan air terlebih dahulu pada *mixing tub* untuk membentuk *slurry* $\text{Ca}(\text{OH})_2$ sebelum diumpankan pada *neutralization tank* untuk proses netralisasi. Pemilihan *quicklime* daripada *hydrated lime* dapat diambil berdasarkan beberapa penentuan sebagai berikut:

a. *Quicklime*

Quicklime atau kalsium oksida (CaO) adalah zat tepung putih yang keluar dari tempat pembakaran kapur setelah kalsinasi selesai. Jika batu gamping asli merupakan batuan dolomit yang mengandung magnesium karbonat bersama dengan kalsium karbonat, maka kapur dolomit yang dibuat darinya akan mengandung magnesium oksida bersama dengan kalsium oksida. Baik *quicklime* murni maupun *quicklime* dolomit memiliki afinitas kimia yang kuat untuk menyerap air.

Quicklime membutuhkan pemeras kapur (*lime slaker*) karena reaksi hidrofobiknya dengan air. Tujuan dari penggunaan *lime slaker* adalah untuk mengubah *quicklime* menjadi *hydrated lime* dengan cara mencampurnya dengan air. *Lime slaker* memiliki kemampuan untuk



mengontrol reaksi eksotermis selama transformasi CaO menjadi Ca(OH)_2 . Hasilnya adalah slurry kapur yang siap diumpankan ke dalam proses.

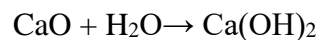
Keuntungan *Quicklime*, yaitu:

1. *Quicklime* per ton harganya jauh lebih murah daripada *hydrated lime* per ton.
2. *Quicklime* sekitar 30% lebih sedikit dibandingkan dengan *hydrated lime* yang digunakan dengan hasil stabilisasi yang sama sehingga biaya lebih rendah dengan menggunakan kapur tohor.
3. Berat jenis *hydrated lime* (biasanya 500 -700 kg/m³) jauh lebih rendah daripada massa jenis *quicklime* (biasanya 1000 -1200 kg/m³) Oleh karena itu, lebih banyak *hydrated lime* berdasarkan massa volume diperlukan untuk mencapai hasil yang sama
4. Silo akan menampung lebih banyak (kira-kira dua kali lipat) *quicklime* secara massa. Demikian pula, sebuah kapal tanker pengiriman dapat membawa lebih banyak (berdasarkan massa) *quicklime* daripada *hydrated lime*, kecuali jika itu adalah bejana berkapasitas tinggi.
5. Lebih sedikit pergerakan truk jika menggunakan *quicklime*.
6. Kapasitas produksi dan penyimpanan *hydrated lime* seringkali lebih sedikit sehingga terkadang tidak mungkin untuk memasok proyek yang lebih besar. *Quicklime* lebih tersedia dalam jumlah banyak.
7. Jika *Quicklime* disebarkan dari flocon atau sejenisnya, debu yang kemungkinan akan dihasilkan lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah debu yang dihasilkan saat menyebarkan *hydrated lime* dalam kondisi serupa.
8. Kepadatan *quicklime* yang lebih tinggi berarti lebih sedikit partikel yang dihasilkan dalam operasi penyebaran dibandingkan dengan *hydrated lime* dengan kepadatan lebih rendah dalam kondisi serupa.
9. *Quicklime* mengeringkan bahan, karena menggunakan kelembaban tanah sebagai bagian dari reaksi. Reaksi eksotermik dapat menyebabkan penguapan air berlebihan.

b. Hydrated lime



Hydrated lime ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), kadang-kadang disebut *slake lime*, adalah kapur yang ditambahkan air sampai semua oksida kalsium dan magnesium diubah menjadi hidroksida. *Hydrated lime* yang terbuat dari kalsium oksida murni akan menjadi sekitar 74 persen kalsium oksida dan 24 persen air yang digabungkan secara kimia. *Hydrated lime* dolomit akan memiliki sekitar 48 persen kalsium oksida, 34 persen magnesium oksida dan 17 persen air. *Hydrated lime* terhidrasi berwarna putih dan bubuk. Penambahan air ke *quicklime*, memasukkannya ke dalam kiln atau oven, dan kemudian menghancurkannya dengan air, menyebabkan reaksi CaO dengan H_2O menghasilkan bahan kimia baru $\text{Ca}(\text{OH})_2$.



Hydrated lime digunakan terutama dalam pemurnian lingkungan, pertanian dan konstruksi tetapi dapat digunakan dalam beberapa aplikasi industri yang sama seperti *quicklime*. *Hydrated lime* digunakan untuk memurnikan air limbah dan limbah industri, dan mengendalikan bau. *Hydrated lime* mengurangi keasaman tanah di pertanian, halaman rumput dan kebun. Dalam konstruksi, *hydrated lime* merupakan bahan penting dalam mortar, plester, kapur dan plesteran. Ini juga digunakan untuk menstabilkan tanah untuk proyek konstruksi.

Keuntungan *Hydrated Lime*, yaitu:

1. *Hydrated lime* adalah satu-satunya kapur yang dapat digunakan dalam proses pencampuran tertutup
2. Air ditambahkan ke *quicklime* sehingga terjadi *slaking*. Reaksi eksotermis menghasilkan uap dalam waktu singkat. Dalam hampir setiap kasus ini seharusnya tidak menjadi masalah. Mungkin ada kemungkinan, meskipun jarang, laju tertunda untuk waktu yang singkat jika uap memengaruhi visibilitas
3. Lebih sedikit air yang dibutuhkan jika menggunakan *hydrated lime*. Jika ketersediaan air terbatas, *hydrated lime* mungkin lebih dipilih.
4. Jika air berkualitas buruk (misalnya air proses tambang yang mengandung sulfat tinggi) digunakan untuk *slaking*, efisiensi reaksi



slaking dapat dikurangi dan reaksi samping dapat mengurangi jumlah kapur yang tersedia untuk reaksi stabilisasi. Ini jarang menjadi masalah. Umumnya, air minum atau air yang sesuai tersedia untuk kebutuhan *slaking*

Quicklime bila direaksikan dengan air menghasilkan *hydrated lime*. Baik *quicklime* dan *hydrated lime* pada akhirnya menghasilkan reaksi kimia dan pozzolan yang sama dengan kandungan tanah liat. Pemilihan produk harus didasarkan pada tiga dasar, manfaat ekonomi, sosial dan lingkungan dan harus dipertimbangkan untuk kasus per kasus. Jumlah kapur yang dibutuhkan suatu proses dari sistem tertentu dapat membantu dalam menentukan jenis *lime slurry* yang akan digunakan. Jika sistem menuntut dalam jumlah besar, *quicklime* adalah pilihan yang menguntungkan karena kepadatannya yang tinggi. Meskipun, untuk proses seperti itu, *lime slaker* digunakan untuk mencegah reaksi hidrofobik CaO. Peralatan menghasilkan Ca(OH)₂ dalam larutan dengan mencampurkan *quicklime* dengan air dalam suhu kontrol. Hasilnya disebut *lime slurry*. Sebaliknya, jika *lime slurry* dalam jumlah kecil hingga sedang diperlukan, *hydrated lime* digunakan. Ini adalah saat sistem menggunakan peralatan sederhana karena prosesnya tidak termasuk reaksi eksotermik apa pun setelah penambahan air.