

**LAPORAN KERJA PRAKTEK LAPANGAN ANALISIS EFISIENSI  
THERMAL PADA BOILER DI PTPN IV**

**PT. PERKEBUNAN NUSANTARA IV  
KEBUN TIMUR, TAPANULI SELATAN, SUMUT**



**Disusun OLEH :**

- |                             |                    |
|-----------------------------|--------------------|
| <b>1. WAHYU FERDIANSYAH</b> | <b>14.813.0063</b> |
| <b>2. MUHAMMAD ANAS</b>     | <b>14.813.0021</b> |

**FAKULTAS TEKNIK MESIN  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
T.A 2018 / 2019**

**LAPORAN KERJA PRAKTEK LAPANGAN ANALISIS EFISIENSI  
THERMAL PADA BOILER DI PTPN IV**

**PT. PERKEBUNAN NUSANTARA IV  
KEBUN TIMUR, TAPANULI SELATAN, SUMUT**



**Disusun OLEH :**

- |                             |                    |
|-----------------------------|--------------------|
| <b>1. WAHYU FERDIANSYAH</b> | <b>14.813.0063</b> |
| <b>2. MUHAMMAD ANAS</b>     | <b>14.813.0021</b> |

**FAKULTAS TEKNIK MESIN  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
T.A 2018 / 2019**

**Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing**

**LAPORAN KERJA PRAKTEK LAPANGAN ANALISIS EFISIENSI  
THERMAL PADA BOILER DI PTPN IV**

**PT. PERKEBUNAN NUSANTARA IV  
KEBUN TIMUR, TAPANULI SELATAN, SUMUT**

**LAPORAN KERJA PRAKTEK**



**Disusun Oleh :**

**NAMA : Wahyu Ferdiansyah**  
**NPM : 14.813.0063**

Medan, 13 Maret 2020

Dosen Pembimbing

Ir. Husin Ibrahim, MT

**B+**  
13/3/2020

ketua prodi teknik mesin



Zulfikar, ST, MT

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. Karena berkah, rahmat, hidayah dan karunia-nya yang telah dilimpahkan kepada kita semua, sehingga penyusunan laporan Kerja Praktek ini dapat penulis selesaikan dengan baik. Adapun judul laporan Kerja Praktek ini adalah LAPORAN KERJA PRAKTEK LAPANGAN ANALISIS EFISIENSI THERMAL PADA BOILER Dalam penyusunan Laporan Kerja Praktek ini penulis telah berusaha semaksimal mungkin dalam menyelesaikan Laporan Kerja Praktek ini sesuai dengan kemampuan yang telah penulis dapatkan selama mengikuti perkuliahan di Universitas Medan Area.

Dalam kesempatan ini perkenankanlah penulis untuk menyampaikan rasa hormat dan ucapan terima kasih kepada Bapak Ir. Husin Ibrahim, MT selaku pembimbing dan tak lupa pada penulis ucapkan kepada kedua orang tua yang telah memberikan dukungan baik secara moril maupun material, kepada teman-teman seperjuangan yang turut membantu penulis dalam menyelesaikan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan laporan ini masih banyak kekurangan dan kesalahan. Mudah-mudahan laporan ini bermanfaat bagi penulis sendiri maupun para pembaca pada umumnya dalam mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Medan, 13 Maret 2020

Wahyu Ferdiansyah

## DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan .....	i
Salinan Surat Keterangan Selesai KP.....	ii
Kata Pengantar .....	iii
Daftar Isi .....	iv

### BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Kerja Pratek Lapangan .....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Kerja Praktek.....	4
1.4. Manfaat Kerja Praktek.....	5

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Proses Pengolahan Kelapa Sawit.....	6
2.1.1. Stasiun Penerimaan Buah ( <i>Fruit Reception Station</i> ) .....	6
2.1.2. Stasiun Perebusan ( <i>Sterilizing Station</i> ).....	9
2.1.3. Stasiun Penebahan ( <i>Thresing Station</i> ) .....	17
2.1.4. Stasiun Pengempasan ( <i>Pressing Station</i> ).....	19
2.1.5. Stasiun Pemurnian Minyak ( <i>Clarification Station</i> ) .....	22
2.1.6. Stasiun Pengolahan Inti ( <i>Kernel Plant Station</i> ).....	26
2.2. Pengolahan Air .....	30

2.3. Pembangkit Tenaga.....	34
2.4. Laboratorium .....	40
2.5. Pengolahan Limbah .....	41
2.6. Titrasi.....	31

**BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1. Processing Oil Palm.....	45
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian.....	47
3.3. Teknik Pengumpulan Data.....	47
3.4. Metode Penulisan.....	50

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

A. Perhitungan Efisiensi Boiler Secara Langsung.....	51
B. Perhitungan Efisiensi Boiler Secara Tidak Langsung.....	51

**BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN**

A. Kesimpulan.....	53
B. Saran .....	53

<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>54</b>
----------------------------	-----------

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas andalan bangsa Indonesia yang memberikan peran sangat signifikan dalam pembangunan perekonomian bangsa Indonesia, khususnya pada pengembangan agroindustri. Kelapa sawit merupakan tanaman komoditas perkebunan yang cukup penting dan memiliki prospek pengembangan yang cukup cerah. Indonesia diharapkan akan menjadi produsen minyak sawit terbesar di dunia. Jika melihat kebutuhan akan minyak kelapa sawit di dunia maka sudah tentu setiap tahunnya akan meningkat sejalan pula dengan peningkatan jumlah penduduk dunia. Kelapa sawit adalah tanaman penghasil minyak nabati yang penting dalam dunia perdagangan Internasional yang dapat diandalkan, karena minyak yang dihasilkan memiliki berbagai keunggulan dibandingkan dengan minyak yang dihasilkan tanaman lain. Keunggulan tersebut di antaranya memiliki kadar kolestrol rendah, bahkan tanpa kolestrol.

PT. Perkebunan Nusantara IV (PTPN IV) merupakan perusahaan yang bergerak dibidang perkebunan antara lain kebun kelapa sawit. PTPN IV termasuk salah satu perusahaan milik Negara yang tergolong dalam Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang berkantor pusat di Jl. Letj. Suprpto No.2 Medan. PTPN IV unit Kebun Timur memiliki sebuah pabrik kelapa sawit yang mengolah buah kelapa sawit atau disebut TBS (Tandan Buah Segar) menjadi minyak kelapa sawit (CPO) dan Inti sawit (Kernel). Dalam proses pengolahan TBS, Pabrik Kelapa

sawit (PKS) kebun Timur memiliki kapasitas pengolahan 35 ton TBS/jam. Tanaman kelapa sawit yang dikembangkan pada perkebunan Inti (milik PTPN IV yang merupakan bahan baku pada PKS adalah varietas Tenera, karena dari segi ekonomisnya varietas Tenera menghasilkan minyak yang tinggi, yang tentu saja mendatangkan keuntungan bagi pihak pabrik. Hasil utama perkebunan kelapa sawit adalah buah kelapa sawit. Minyak nabati merupakan produk utama yang bisa dihasilkan dari kelapa sawit.

Minyak kelapa sawit diperoleh dari pengolahan buah kelapa sawit (*Elaeis guinensis* Jack). Secara garis besar buah kelapa sawit terdiri dari serabut buah atau daging buah (mesokarp) dan inti buah yang terdapat dibagian dalam tempurung (kernel/ endokarp). Selanjutnya, buah kelapa sawit diproses (ekstraksi) dipabrik penggilingan (mill) sehingga menghasilkan ekstrak, berupa minyak kelapa sawit mentah atau CPO (Crude Palm Oil) yang berwarna kuning dan minyak inti sawit atau KPO (Kernel Palm Oil) yang tidak berwarna (jernih).

Kernel merupakan bagian terpenting kedua setelah mesokarp karena dari inti inilah akan dihasilkan KPO sebagai produk unggulan kedua setelah CPO. Minyak inti sawit atau KPO (Kernel Palm Oil) banyak digunakan sebagai bahan baku pada berbagai industri pangan dan non pangan. Minyak inti kelapa sawit (KPO) dan bungkil inti kelapa sawit tersebut hampir seluruhnya diekspor. Perdagangan dunia menghendaki mutu yang baik, oleh karena itu diperlukan standar dan pengawasan mutu terhadap produksi minyak sawit dan bungkil inti kelapa sawit untuk memberikan jaminan mutu pada konsumen. Dalam proses pengolahan buah sawit, mutu hasil olah sangat ditentukan oleh bahan bakunya.



Pengolahan minyak kelapa sawit menghendaki mutu yang baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Produksi minyak kelapa sawit sebagai bahan makanan mempunyai aspek kualitas yang berhubungan dengan kadar asam lemak, kadar air dan kadar zat pengotor. Kebutuhan mutu minyak kelapa sawit yang digunakan sebagai bahan baku industri pangan dan non pangan masing-masing berbeda. Oleh karena itu keaslian, kemurnian, kesegaran, maupun aspek higienisnya harus lebih diperhatikan. Rendahnya mutu minyak kelapa sawit sangat ditentukan oleh banyak faktor. Faktor-faktor tersebut dapat langsung dari sifat induk pohonnya, penanganan pascapanen, pengangkutan dan kesalahan selama pemrosesan. Faktor-faktor yang mempengaruhi mutu minyak kelapa sawit adalah air, asam lemak bebas, bilangan peroksida, daya pemucatan, dan juga titik cair, kandungan logam berat dan bilangan penyabunan. Semua faktor-faktor ini perlu di analisa untuk mengetahui mutu minyak sawit. Hal ini perlu dilakukan untuk mengetahui apakah kandungan parameter minyak tersebut telah sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.

Kelapa sawit adalah tanaman penghasil minyak nabati yang dapat diandalkan, karena minyak yang dihasilkan memiliki berbagai keunggulan dibandingkan dengan minyak yang dihasilkan oleh tanaman lain. Keunggulan tersebut diantaranya memiliki kadar kolesterol rendah, bahkan tanpa kolesterol. Tanaman kelapa sawit memiliki arti penting bagi pembangunan perkebunan nasional. Selain mampu menciptakan kesempatan kerja yang mengarah pada kesejahteraan masyarakat, juga sebagai sumber perolehan devisa negara. Indonesia merupakan salah satu produsen utama minyak sawit. Semula tanaman kelapa sawit hanya diusahakan oleh perkebunan besar di Indonesia. Sejak

tahun 1977-1978 pemerintah Indonesia bertekad mengubah situasi tersebut dengan mengembangkan pola perkebunan rakyat melalui sistem PIRBUN (Perusahaan Inti Rakyat Perkebunan). Dalam konteks pembangunan dan pengembangan pertanian, dirasakan betapa perlunya tenaga-tenaga yang lebih spesifik, lebih berperan dan profesional serta terampil dalam menangani bidangnya masing-masing dengan karakter kepemimpinan dan mental yang baik.

Kelapa sawit termasuk tumbuhan pohon dan ketinggiannya dapat mencapai 24 m. Bunga dan buahnya berupa tandan, serta bercabang banyak. Buahnya kecil, apabila masak berwarna merah kehitaman. Daging buahnya padat. Daging dan kulit buahnya mengandung minyak. Agar kelapa sawit dapat dimanfaatkan sebagai minyak secara maksimal, maka perlu dilakukan proses pengolahan kelapa sawit dari TBS (Tandan Buah Segar) hingga dihasilkan CPO (Crude Palm Oil). Hasil sebagai CPO dapat dimanfaatkan sebagai minyak goreng, sabun dan lilin. Dalam sistem pengolahan kelapa sawit, salah satu prosesnya adalah proses rebusan yang dilaksanakan pada stasiun rebusan.

## 1.2. Rumusan Masalah

Yang menjadi permasalahan dalam kegiatan praktik ini yaitu : Bagaimana temperature, tekanan dan efisiensi thermal pada boiler di PTP Nusantara IV Unit Kebun Timur

## 1.3. Tujuan Kerja Praktek

Adapun tujuan kerja praktek pada PTP N IV Unit Kebun Timur antara lain :

- a. Mengetahui proses pengolahan kelapa sawit dari Tandan Buah Segar (TBS) sampai menjadi minyak sawit (CPO) dan inti sawit ( Kernel ).

b. Mengetahui proses cara kerja boiler dari masuk nya air hingga menjadi uap.

#### 1.4. Manfaat Praktek Kerja Lapangan

Ada beberapa manfaat yang dapat diambil dari pelaksanaan praktek kerja lapangan ini baik bagi mahasiswa, perguruan tinggi maupun perusahaan.

##### 1. Bagi Mahasiswa

- a. Melatih mahasiswa agar dapat bekerja keras, bertanggung jawab dan berdisiplin.
- b. Mendapat ilmu pengetahuan yang baru mengenai pengoperasian mesin-mesin pabrik, struktur organisasi, pemasaran dan sosial terhadap lingkungan.
- c. Agar mahasiswa dapat mengetahui lebih lanjut tentang permasalahan perusahaan yang terkait dengan pengoperasian dan ilmu-ilmu permesinan sehingga dapat dijadikan sebagai pilihan untuk mengambil judul dalam menyelesaikan Tugas Akhir nantinya.

##### 2. Bagi Perguruan Tinggi

- a. Mendapatkan masukan mengenai ilmu yang baru yang dapat dijadikan landasan untuk perbaikan kurikulum agar mata kuliah yang diajarkan sesuai dengan dunia kerja.
- b. Meningkatkan kerja sama antara perguruan tinggi dengan perusahaan.

##### 3. Bagi PT. Perkebunan Nusantara IV Kebun Timur

- a. Perusahaan dapat memberikan pengetahuan mengenai struktur kerja yang standard suatu perusahaan bagi mahasiswa sebagai generasi yang akan datang.
- b. Dapat berpartisipasi dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

## **BAB II**

### **URAIAN PROSES**

#### **2.1 Proses Pengolahan Kelapa Sawit**

Proses pengolahan minyak kelapa sawit terbagi atas beberapa tahap yang dilakukan di beberapa stasiun. Stasiun-stasiun pada proses pengolahan kelapa sawit antara lain:

1. Stasiun penerimaan buah (*Fruit Reception Station*)
2. Stasiun perebusan (*Sterilizing Station*)
3. Stasiun penebah (*Threshing Station*)
4. Stasiun kempa (*Pressing Station*)
5. Stasiun pemurnian minyak (*Clarification Station*)
6. Stasiun pengolahan biji (*Nut Plant Station*)

##### **2.1.1 Stasiun Penerimaan Buah (*Fruit Reception Station*)**

Tanda Buah Segar (TBS) yang berasal dari kebun-kebun diangkut ke pabrik dengan menggunakan truk pengangkut untuk diolah. Pengangkutan secepatnya dilakukan setelah pemanenan (diterima di pabrik maksimum 24 jam setelah dipanen). Hal ini bertujuan untuk mencegah kenaikan kadar Asam Lemak Bebas (ALB) karena keterlambatan pemrosesan. Adapun cara untuk mengurangi kadar ALB yang tinggi adalah dengan cara melakukan pencampuran antara buah lama dengan buah baru, maka buah baru yang akan dicampur harus lebih banyak dari buah lama.

## A. Timbangan

Proses pengolahan dimulai dari penimbangan buah, bertujuan untuk mengetahui jumlah TBS yang akan diolah, mengetahui rendemen minyak dan inti serta berat tandan rata-rata. Dari penimbangan juga dapat diketahui berapa besar jumlah produksi TBS yang dicapai dari setiap *afdeling*.

Jembatan Timbang adalah alat untuk mengukur berat yang dilengkapi dengan platform dan load cell sebagai sensor terhadap gaya berat (analog) yang diberikan dan mengirimkannya ke Averyweigh dan selanjutnya dikonversikan ke dalam satuan berat (digital).

Jenis timbangan yang digunakan adalah merek buatan lokal yang berkapasitas 60 ton dengan menggunakan sistem Indikator/load cell dan sistem komputer.



Gambar 2.1. Jembatan Timbang

## **B. Penimbangan Dan Pemindahan Buah (*Fruit Loading Ramp dan Storage Hopper*)**

Setelah dilakukan penimbangan, TBS yang dibawa truk pengangkut kemudian dipindahkan ke Loading Ramp. Pada Loading Ramp ini dilakukan sortasi buah, yang bertujuan untuk pengawasan terhadap kandungan minyak dalam proses pengolahan dan kadar ALB dari TBS tersebut.

Sortasi dilakukan terhadap setiap afdeling dengan menentukan satu truk yang dianggap mewakili kebun asal. Sortasi TBS dilakukan berdasarkan kriteria panen yang dibagi berdasarkan Fraksi buahnya.

Fraksi yang diinginkan pada proses pengolahan adalah Fraksi I, II, Dan III, sedangkan fraksi-fraksi yang lain (00, 0, IV Dan V) diharapkan sedikit mungkin masuk dalam proses pengolahan. Adapun kriteria-kriteria panen dan syarat mutu TBS dapat dilihat pada tabel 2.1

**Tabel 2.1 Kriteria Panen dan Syarat Mutu TBS**

Fraksi	Jumlah	Derajat matang
00	Tidak ada yang membrondol	Sangat mentah
0	Membrondol 1% - 12,5	Mentah
I	Membrondol 12,5% - 25%	Mulai matang
II	Membrondol 25%-50%	Matang
III	Membrondol 50% - 75%	Tepat matang
IV	Membrondol 75% - 100%	Terlalu matang
V	Membrondol 100% s/d kosong	Lewat matang

*Fruit Loading Ramp* terdiri dari 10 *Hopper* penyimpanan untuk penimbunan TBS dengan sudut kemiringan  $12^{\circ}$ . *Loading Ramp* ini dilengkapi dengan:

1. *Pintu Loading* yang bekerja dengan sistem hidrolik, dimana setiap pintu dipasang pengaut untuk memindahkan TBS kedalam lori-lori perebusan.
2. Bagian ujung dari pada *Hopper* dipasang jerjak-jerjak/kisi-kisi pembuangan pasir dengan lebar satu meter sepanjang dasar *Loading Ramp*.

TBS dari *Loading Ramp* ini kemudian dimasukkan kedalam lori-lori yaitu tempat meletakkan buah kelapa sawit untuk proses perebusan yang berkapasitas 2,4 ton TBS pada setiap lorinya. TBS dimasukkan kedalam lori dengan membuka *Pintu Loading* yang diatur dengan sistem hidrolik. Sepuluh lori yang di isi penuh dengan TBS dimasukkan kedalam *Sterilizing*, dengan menggunakan *Capstand* yang berfungsi untuk menarik lori masuk dan keluar dari *Sterilizing*.

### **2.1.2 Stasiun Perebusan (Sterilizing Station)**

Sterilisasi adalah proses perebusan dalam suatu bejana yang disebut dengan *Sterilizing*. Setelah lori dimasukkan kedalam *Sterilizing*, dimana setiap *Sterilizing* ada 4 unit, tiap unit berkapasitaas 10 lori, pintu *Sterilizing* ditutup rapat. Proses perebusan dilakukan selama 90-100 menit dan media pemanasnya dipakai dari uap bekas turbin yang bertekanan 2,8-3  $\text{kg/cm}^2$ .

## A. Tujuan Perebusan

Adapun proses perebusan bertujuan antara lain untuk:

### 1. Mematikan Aktifitas Enzim

Buah kelapa sawit mengandung enzim *Lipase* yang terus bekerja dalam buah kelapa sawit sebelum enzim tersebut dimatikan. Enzim *Lipase* bertindak sebagai katalisator dalam pembentukan ALB, maka untuk menghentikan aktivitas enzim tersebut dilakukan perebusan minimal 50-55<sup>0</sup>C.

### 2. Mempermudah Pelepasan Buah Dari Tandan

Zat-zat Polisakarida yang terdapat dalam buah kelapa sawit yang bersifat sebagai perekat, apabila diberi uap panas maka akan terhidrolisa dan pecah menjadi Monosakarida yang larut. Hidrolisa tersebut berlangsung pada buah menjadi matang dan proses hidrolisa ini dipercepat dalam proses perebusan.

### 3. Memudahkan Pemisahan Minyak Dari Daging Buah

Daging buah yang telah direbus akan menjadi lunak dan akan mempermudah pada proses pengepresan. Dengan demikian minyak yang ada dalam daging buah dapat dipisahkan dengan mudah.

### 4. Menurunkan Kadar Air Dalam Buah

Perebusan buah dapat menyebabkan penurunan kadar air dalam buah dan inti, yaitu dengan penguapan yang baik pada saat perebusan maupun sebelum pemipilan. Penurunan kandungan air buah menyebabkan penyusutan buah sehingga terbentuk rongga-rongga kosong pada daging buah yang mempermudah proses pengepresan.



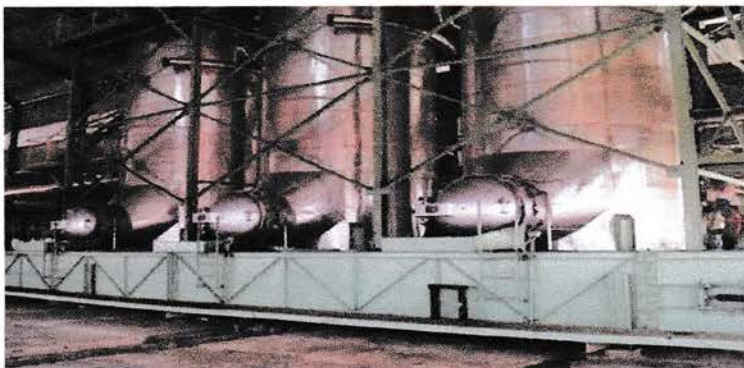
5. Memudahkan Penguraian Serabut Pada Biji

Perebusan yang tidak sempurna dapat menimbulkan kesulitan pelepasan serabut dari biji dalam polishing drum yang menyebabkan pemecahan biji lebih sulit dalam *Ripple Mill*.

6. Memisahkan Antara Inti dan Cangkang

Perebusan yang sempurna akan menurunkan kadar air biji hingga 15% yang menyebabkan inti susut dan cangkang biji tetap sehingga inti akan lepas dari cangkang.

Bila poin dua tercapai secara efektif maka semua poin yang lain akan tercapai juga. Boiler memiliki bentuk panjang 26m dan diameter pintu 2,1m. Dalam Boiler dilapisi Wearing Plat setebal 10 mm yang berfungsi untuk menahan steam, dibawah Boiler terdapat lubang yang gunanya untuk pembuangan air condensat agar pemanasan didalam Boiler tetap seimbang. Dalam proses perebusan minyak yang terbuang  $\pm 0,7\%$ . Dalam melakukan proses perebusan diperlukan uap untuk memanaskan Boiler yang disalurkan dari boiler. Uap yang masuk ke Boiler  $2,8 - 3 \text{ kg/cm}^2$ ,  $130^\circ\text{C}$  dan direbus selama 90 menit.



Gambar 2.2.Boiler

## B. Metode Perebusan

Untuk mendapatkan hasil terbaik, maka perlu diperhatikan cara perebusan. Metode perebusan yang digunakan oleh PT. Perkebunan Nusantara IV Unit Kebun Timur adalah sistem tiga puncak (*Triple Peak*).

Adapun prinsip *Triple Peak* adalah tiga kali pemasukan uap (uap basah) ke dalam Boiler dan tiga kali pembuangan uap (*blow down*). Grafik perebusan *Triple Peak*.

Tahap perebusan dengan pola *Triple Peak* adalah tahap pencapaian puncak I, II dan III, di mana dilakukan tiga kali pemasukan uap dan pembuangan uap. Jumlah puncak dalam pola perebusan ditunjukkan oleh jumlah pembukaan dan penutupan dari steam masuk atau steam keluar selama perebusan berlangsung, yang diatur secara manual atau otomatis.

Sebelum dimasukkan uap untuk mencapai puncak I, terlebih dahulu dilakukan *Deaerasi* (pembuangan udara) selama lima  $\pm 5$  menit. Kemudian baru dimasukkan uap untuk mencapai puncak I dengan membuka pipa steam masuk selama 12-15 menit, atau sampai dicapai tekanan sebesar 1,5 kg/cm<sup>2</sup>, lalu pipa steam ditutup, sedangkan pipakondensat dan *exhaust* pipa dibuka dengan tiba-tiba. Setelah tekanan turun sampai sebesar 0 kg/cm<sup>2</sup> ( $\pm 5$  menit) pipa-pipa tersebut ditutup.

Pipa steam masuk kemudian dibuka kembali selama 15 menit atau sampai dicapai puncak II (tekanan 2,5 kg/cm<sup>2</sup>). Lalu pipa steam masuk ditutup, sedangkan pipa kondensat dan *exhaust* pipa dibuka dengan tiba-tiba, tekanan turun sampai sebesar 0 kg/cm<sup>2</sup> ( $\pm 5$  menit) pipa-pipa tersebut ditutup. Melalui dua

puncak awal, perebusan dilanjutkan dengan membuka steam masuk sampai dicapai puncak III (tekanan 3 kg/cm<sup>2</sup>), lalu tekanan ini dipertahankan selama 45 menit, sebelum dilakukan pembuangan steam terakhir.

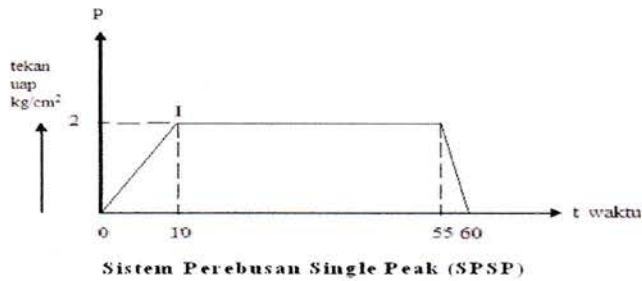
Setelah penahanan tekanan steam selesai, maka steam berada didalam *Boiler* dibuang secara tiba-tiba. Pemasukan steam secara tiba-tiba pada mencapai puncak I dan II bertujuan untuk memberikan *Mechanical Shock* dan *Thermal Shock* terhadap TBS, sehingga buah yang semula kaku menempel pada tandan akan lunak dan lebih mudah lepas pada tandan saat ditebuh dalam *Thresher*. Sedangkan penahan tekanan pada puncak III bertujuan untuk memberikan kondisi yang cukup agar kadar Asam Lemak Bebas (ALB) didalam TBS dapat dikurangi.

Pada *Sterillizer* melalui 3 *peak*, di mana proses yang terjadi pada setiap *peak* adalah sebagai berikut:

1. Puncak Pertama (*1 peak*)
  - a. Membuang udara yang terperangkap didalam *Sterilizer*
  - b. Mengurangi keaktifan (aktivitas) enzim asam lemak bebas

➤ **Sterilizer Single Peak**

Proses perebusan yang dilakukan hanya satu tahap. Uap masuk sesuai dengan waktu yang ditentukan, sampai tercapai tekanan konstan dan kemudian turun, dan uap dibuang dari ruang perebusan.

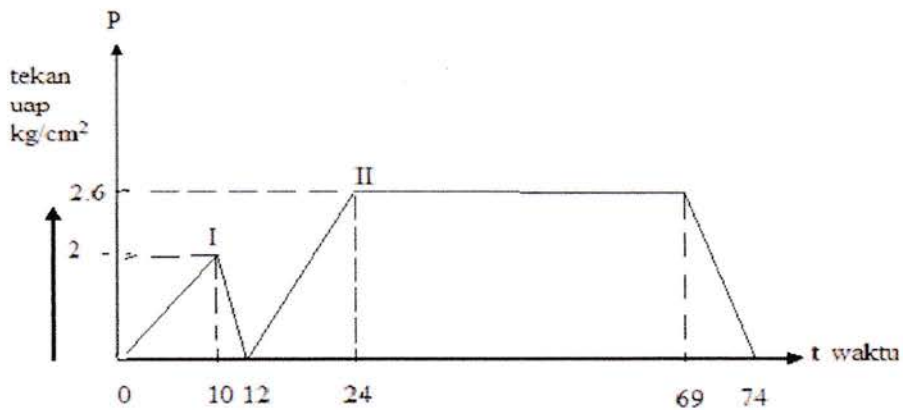


Sistem Perebusan Single Peak adalah sebagai berikut :

1. Menaikkan tekanan uap Puncak I dari  $0 \div 2 \text{ kg/cm}^2$  selama  $\pm 10$  menit
  2. Dilakukan penahanan waktu perebusan selama  $\pm 45$  menit
  3. Dilakukan pembuangan uap dari  $2 \div 0 \text{ kg/cm}^2$  ; buang air kondensat  $\pm 5$  menit
  4. Selesai
- 
2. Puncak Kedua (2 *peak*)
    - a. a.Mengurangi kadar air dari buah
    - b. Proses awal *Sterilisasi*

➤ **Sterilizer Double Peak**

Proses perebusan dilakukan dengandua tahap pemasukan uap, demikianjuga dengandua tahap pembuangankondensat (uap air). Proses inidigambarkan sebagai berikut.



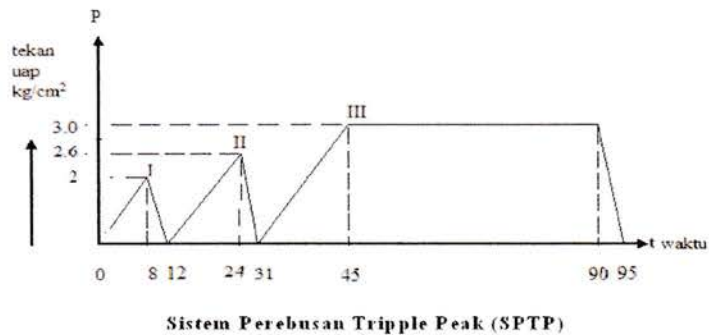
**Sistem Perebusan Double Peak (SPDP)**

Sistem Perebusan Double Peak adalah sebagai berikut :

1. Menaikkan tekanan uap Puncak I dari  $0 \div 2 \text{ kg/cm}^2$  selama  $\pm 10$  menit
  2. Dilakukan pembuangan uap dari  $2 \div 0 \text{ kg/cm}^2$  ; buang air kondensat  $\pm 2$  menit
  3. Menaikkan tekanan uap Puncak II dari  $0 \div 2.6 \text{ kg/cm}^2$  selama  $\pm 12$  menit
  4. Dilakukan penahanan waktu perebusan selama  $\pm 45$  menit
  5. Dilakukan pembuangan uap dari  $2.6 \div 0 \text{ kg/cm}^2$  ; buang air kondensat  $\pm 5$  menit
  6. Selesai
3. Puncak Ketiga (3 peak)
- a. Proses *Sterilisasi* sempurna
  - b. Melekgangkan antara cangkang dan kernel supaya tidak menyatu untuk memudahkan pemecahan biji

### ➤ Sterilizer Tripple Peak

Proses perebusan dilakukan dengan tiga tahap pemasukan uap, demikian juga dengan tiga tahap pembuangan kondensat (uap air). Proses ini digambarkan sebagai berikut;



Sistem Perebusan Tripple Peak adalah sebagai berikut :

1. Menaikkan tekanan uap Puncak I dari  $0 \div 2 \text{ kg/cm}^2$  selama  $\pm 8$  menit
2. Dilakukan pembuangan uap dari  $2 \div 0 \text{ kg/cm}^2$  ; buang air kondensat  $\pm 4$  menit
3. Menaikkan tekanan uap Puncak II dari  $0 \div 2.6 \text{ kg/cm}^2$  selama  $\pm 12$  menit
4. Dilakukan pembuangan uap dari  $2.6 \div 0 \text{ kg/cm}^2$  ; buang air kondensat  $\pm 7$  menit
5. Menaikkan tekanan uap Puncak III dari  $0 \div 3 \text{ kg/cm}^2$  selama  $\pm 14$  menit
6. Dilakukan penahanan waktu perebusan selama  $\pm 45$  menit
7. Dilakukan pembuangan uap dari  $3 \div 0 \text{ kg/cm}^2$ ; buang air kondensat  $\pm 5$  menit
8. Selesai

### C. Lama Perebusan

Perebusan membutuhkan waktu penetrasi uap hingga ke bagian tandan yang paling dalam. Untuk tandan yang beratnya 3 - 6 kg dengan suhu uap  $100^{\circ}\text{C}$  membutuhkan waktu 25-30 menit untuk mencapai temperatur  $100^{\circ}\text{C}$  pada bagian dalam buah. Sedangkan untuk tandan yang beratnya 17 kg membutuhkan waktu penetrasi 50 menit.

Hubungan waktu perebusan dengan efisiensi ekstraksi minyak adalah sebagai berikut :

- a. Semakin lama perebusan buah maka jumlah buah yang terpipil semakin tinggi, atau persentase tandan yang tidak terpipil semakin rendah.
- b. Semakin lama perebusan buah maka biji semakin masak dan menghasilkan biji yang lebih mudah pecah dan sifat leang.
- c. Semakin lama perebusan buah maka kehilangan minyak dalam air kondensat semakin tinggi.
- d. Semakin lama perebusan buah maka kandungan minyak dalam tandan kosong semakin tinggi yaitu terjadinya penyerapan minyak oleh tandan kosong akibat terdapat nyarongga – rongga kosong. Semakin lama perebusan buah maka mutu minyak sawit akan semakin menurun.

### **2.1.3 Stasiun Penebah (*Threshing Station*)**

Lori-lori yang berisi buah yang telah direbus dikeluarkan dari dalam *Boiler* dengan menggunakan *Capstand* menuju stasiun penebah dengan menggunakan alat pengangkat *Hosting Crane*. Pada stasiun ini buah dipipil untuk menghasilkan brondolan dan tandan kosong (*Tankos*).

Pada stasiun ini terdapat beberapa alat beserta fungsinya masing-masing, yaitu:

- a. *Hopper*, sebagai penampung buah hasil rebusan
- b. *Automatic Bunch Feeder*, untuk mengatur meluncurnya agar tidak masuk sekaligus ke drum berputar
- c. Drum berputar / *Drum Bunch thresher* (23-25 rpm), untuk perontokan buah dari tandan.

Lori-lori diangkat dengan menggunakan *Hosting Crane*, yang berdaya angkut 5 ton dan dikendalikan oleh operator, kemudian dituangkan kedalam *Hopper*, selanjutnya lori diturunkan untuk ditarik kembali ke *Loading Ramp*.

Buah didalam *Hopper* jatuh melalui *Automatis Bunch Feeder* kedalam drum berputar yang berbentuk silinder, drum ini dilengkapi dengan *sudu-sudu* dan *spike* yang memanjang sepanjang drum. Dengan bantuan *sudu-sudu* dan *spike* ini buah terangkat dan jatuh terbanting sehingga brondolan buah terlepas dari tandannya. Prinsip kerjanya adalah dengan adanya gaya sentrifugal akibat putaran drum. Tandan yang masuk akan terbanting pada dinding drum yang sedang berputar, kemudian jatuh karena adanya gravitasi. Kapasitas drum ini adalah 10 ton TBS.

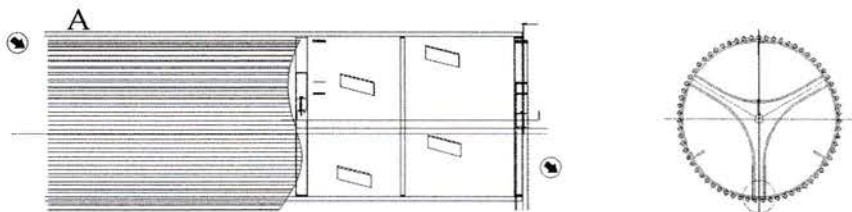
Bantingan yang dilakukan secara berulang-ulang akan menyebabkan brondolan terlepas dari tandannya dan melalui celah-celah drum jatuh ke bagian bawah drum yaitu ke *Bottom Cross Conveyer*. Sedangkan tandan kosong



akan terlempar keluar dan jatuh ke *Empty Hunch Conveyor* dan dibawa ke *incinerator* untuk dibakar.

Brondolan yang berada pada *Botton Cross Conveyor* diangkut ke *Fruit Elevator* dan ke *Top Cross Conveyorkemudian diteruskan ke Fruit Distribution Conveyor* untuk dibagi dalam tiap-tiap *Digester*. Didalam proses perontokan buah, terkadang dijumpai brondolan yang tidak lepas dari tandannya, hal ini disebabkan TBS terlalu mentah sehingga tidak masak pada proses perebusan, terutama jika disusun brondolan sangat rapat dan padat sehingga uap tidak dapat mencapai kebagian dalam tandan.

MASUK



KELUAR

A

Gambar 2.3. Bagan Kerja Thresher

#### 2.1.4 Stasiun Pengempaan (*Pressing Station*)

Stasiun pengempaan adalah stasiun pengambilan minyak dari *Pericarp* (daging buah), dilakukan dengan melumat dan mengempa. Pelumat dilakukan dalam *Digester*, sedangkan pengempaan dilakukan dalam kempa ulir (*Screw Press*).

## 1. Pelumatan (*Digester*)

Tujuan pelumatan agar daging buah terlepas dari biji dan menghancurkan sel-sel yang mengandung minyak, sehingga minyak ini dapat diperas pada proses pengempaan. Pelumatan dilakukan dalam *Digester* yang berbentuk silinder, disini terdapat 4 unit *Digester*, masing-masing berkapasitas 3 ton.

Didalam *Digester* dipasang pengaduk yang berputar pada sumbunya sehingga diharapkan sebagian besar daging buah terlepas dari bijinya. Pada pengadukkan dilakukan pemanasan untuk memudahkan pelumatan buah dengan menggunakan air panas bertemperatur sekitar 90-95 °C.

Hal-hal yang perlu diperhatikan selama proses pelumatan adalah sebagai berikut:

1. Ketel pelumatan harus selalu penuh, agar tekanan yang ditimbulkan dapat mempertinggi gaya gesekan untuk memperoleh hasil yang sempurna.
2. Minyak terbentuk pada proses pelumatan harus dikeluarkan melalui *Screen Base Plate*, karena bila minyak dan air terbentuk tidak dikeluarkan maka akan dapat bertindak sebagai bahan pelumas sehingga gesekan akan berkurang.

## 2. Pengempaan (*Pressing*)

Masa hasil proses pengadukan dalam *Digester* masuk kedalam *Screw Press* yang bertujuan untuk memeras daging buah sehingga dihasilkan, minyak kasar (*Crude Oil*). Tekanan kempa diatur oleh konis yang berada pada bagian ujung pengempaan dan dapat digerakkan maju mundur secara hidrolisis, disini terdapat 4 unit *Screw Press* yang berkapasitas 12 dan 15 ton

dengan tekanan kempa 35-55 Kg/cm<sup>2</sup>. Pada proses pengempaan dilakukan penyemprotan dengan air panas minyak kasar yang keluar tidak terlalu kental (diturunkan viskositasnya) sehingga pori-pori silinder press tidak tersumbat. Penyemprotan air dilakukan dengan satu pipa berlubang yang dipasang pada *Screw Press*.

Tekanan kempa sangat berpengaruh pada proses ini, karena tekanan kempa terlalu tinggi dapat menyebabkan inti pecah, kerugian inti bertambah, dan terjadi keausan pada *Material Screw Press*, sebaliknya jika tekanan kempa terlalu rendah akan mengakibatkan kerugian minyak pada ampas pres.

Hasil pengepresan adalah minyak kasar (*Crude Oil*) yang keluar dari pori-pori *Silinder Press*, melalui *Oil Gitter* akan menuju ke *Desanding Device* untuk pengendapan. Hasil lain adalah ampas kempa (terdiri dari biji, serat dan ampas), yang akan dipecahkan dengan menggunakan *Cake Broker Conveyor*.



Gambar 2.4 Digeste

### 3. Tangki Pemisah Pasir (*Desanding Device*)

Minyak hasil pengempaan pada *Screw Press* merupakan minyak kasar yang masih banyak mengandung kotoran-kotoran. *Desanding device* adalah

sebuah bejana berbentuk silinder (2 unit), untuk mengendapkan partikel-partikel/pasir dan lumpur, dan pada bagian atas minyak kemudian secara grafitasi turun ke ayakan getar, sedangkan kotoran dan lumpur berada pada bagian bawah bejana dispu ke paret dan mengalir ke *fat fit*.

#### **4. Ayakan Getar (*Vibrating Screen*)**

*Vibrating Screen* adalah suatu alat ayakan yang terdiri dari 2 lapisan *Screen* dengan ukuran masing-masing 20 *mess* untuk *top screen* dan 30 *mess* untuk *Bottom Screen*, yang digetarkan dengan kecepatan 1500 rpm. Proses penyaringan memakai *Vibrating Screen* bertujuan untuk memisahkan *Non-oil Solid* (NOS) yang berukuran besar seperti serabut, pasir, tanah, kotoran-kotoran lain yang terbawa dari *Desanding Device*. NOS yang tertahan pada ayakan akan dikembalikan ke *Digester* melalui *Refuse Fruit Conveyor*, sedangkan minyak dipompakan ke *Crude Oil Tank*.

#### **5. Tangki Penampung (*Crude Oil Tank*)**

Minyak yang keluar dari *Vibrating Screen* ke *Crude Oil Tank* untuk ditampung sementara sebelum dipompakan ke stasiun pemurnian. Pada *Crude Oil Tank* ini minyak dipanaskan dengan steam menggunakan sistem pipa pemanas dan suhu dipertahankan 90-95<sup>0</sup>C, dari sini minyak dipompakan ke CST (*Continuous Setting Tank*).

#### **2.1.5 Stasiun Pemurnian Minyak (*Clarification Station*)**

Minyak kelapa sawit kasar berasal dari stasiun pengempaan masih banyak mengandung kotoran – kotoran yang berasal dari daging buah seperti lumpur, air

dan lain-lain. Keadaan ini menyebabkan minyak mudah mengalami penurunan mutu sehingga sulit dalam pemasaran. Dalam mendapatkan minyak yang memenuhi standar, maka perlu dilakukan pemurnian terhadap minyak tersebut. Pada stasiun ini terdiri dari beberapa unit alat pengolah untuk memurnikan minyak produksi.

### 1. CST (*Continuous Setting Tank*)

Dari *Crude Oil Tank*, minyak dipompakan ke CST untuk mengendapkan lumpur dalam *crude oil Tank* berdasarkan perbedaan berat jenisnya. Proses minyak mempunyai densitas lebih besar akan mengendap pada dasar tangki.

Minyak pada bagian atas CST dikutip dengan bantuan *Skimmer* menuju *Pure Oil Tank*, sedangkan *Sludge* (masih mengandung minyak) pada bagian bawah secara grafitasi melalui *Under Flow* masuk ke *Sludge Oil Tank*.

### 2. Pure Oil Tank

Minyak dari CST menuju ke *Pure Oil Tank* untuk ditampung sementara waktu, sebelum dialirkan ke *Oil Purifier*. Dalam *Pure Oil Tank* juga terjadi pemanasan ( $90-95^{\circ}\text{C}$ ) dengan tujuan untuk mengurangi kadar air. Didalam *Oil Purifier* dilakukan pemurnian berdasarkan atas perbedaan densitas dengan menggunakan gaya sentrifugal dengan kecepatan putarannya 7500 rpm.

Kotoran dan air yang memiliki densitas yang besar akan berada pada bagian luar (dinding bowl), sedangkan minyak yang mempunyai densitas yang lebih kecil bergerak ke arah poros dan keluar melalui sudu-sudu untuk dialirkan ke *Vacuum*

*Drayer*. Kotoran dan air yang melekat pada dinding di *Blow Down* keseluruhan pembuangan melalui paret masuk ke *Fat Fit*.

### 3. **Vacum Drayer**

Minyak yang keluar dari *Oil Purifier* masih mengandung air, maka untuk mengurangi kadar air tersebut, minyak melalui pompa Oil Purifier dipompakan ke *Vacum Drayer*. Disini minyak disemprot dengan menggunakan *Nozzle* sehingga campuran minyak dan air tersebut akan pecah, hal ini akan mempermudah pemisahan air dalam minyak, dimana minyak yang memiliki tekanan uap lebih tinggi dari air akan turun kebawah dan kemudian di pompakan ke *Storage Tank*.

### 4. **Sludge Oil Tank**

*Sludge* yang masih mengandung minyak pada bagian CST dialirkan ke *Sludge Oil Tank* untuk mengendapkan lumpur (campuran air dan NOS) dari minyak untuk mempercepat pengendapan lumpur, *Sludge* dipanaskan ( $80-90^{\circ}\text{C}$ ) dengan menggunakan uap yang di alirkan dengan menggunakan pipa *Heating Coil Steam* pemanas sehingga densitas minyak menjadi lebih besar dan lumpur halus melekat pada minyak akan terlepas kemudian melekat pada minyak akan terlepas dan mengendap pada dasar tangki. Lumpur yang mengendap di *Blow Down* tiap selang waktu tertentu kemudian di alirkan ke *Fat Fit* melalui saluran pembuangan.

Minyak dialirkan melalui *Self Cleaning Strainer* yang merupakan saringan berbentuk selinder dan berlubang halus. *Sludge* yang keluar dipompakan melalui *Desanding Cyclone* dan menuju *Balancing Tank*. Dari *balancing tank* ini

minyak (yang masih mengandung lumpur halus ) dibagi aturannya ke *Sludge Separator* dan *Decanter*.

## 5. Sludge Separator

Pada *Sludge Separator* ini terjadi dua fase pemisahan minyak kasar dan *Sludge* (mengandung air). Pada bagian minyak dipisahkan dari *NOS* berdasarkan perbedaan densitas oleh gaya sentrifugal dengan kecepatan putaran 7500 rpm, serta dilakukan juga pemanasan oleh air pemanas dari *Hot Water Tank*. Minyak yang mempunyai densitas lebih kecil akan menuju poros dan terdorong keluar melalui sudut-sudut (*Paring Disk*), dan dialirkan kembali ke *CST*.

Sedangkan *Sludge* (mengandung air) dan mempunyai densitas lebih besar akan terdorong ke bagian dinding *Blow* dan keluar melalui *Nozzle*, kemudian *Sludge* keluar melalui saluran pembuangan menuju *Fat Pit*.

## 6. Decanter

Pada *Decanter* terjadi pemisahan tiga fase yaitu minyak, air dan padatan (*Solid*). *Decanter* bekerja berdasarkan gaya sentrifugal terdiri dari 2 bagian, yaitu bagian yang diam (*Caning*) dan bagian yang berputar merupakan tabung (*Bowl*) dengan putaran 3500 rpm dan didalamnya terdapat ulir (*Screw Conveyor*) dengan putaran sedikit lebih lambat dari putaran tabung. Akibat gaya sentrifugal padatan bergerak ke dinding *Bowl* dan didorong oleh *Screw* dibawah. Padatan yang berbentuk lumpur dibuang, sedangkan cairan bergerak berlawanan arah dengan

padatan, akan terjadi pemisahan lebih lanjut akibat gaya sentrifugal. Cairan dengan densitas lebih kecil yakni minyak akan menuju poros dan dialirkan kembali ke CST, sedangkan air kotorannya dialirkan ke saluran pembuangan menuju *Fat Pit*.

## **7. Fat Pit**

*Fat Pit* juga diinjeksikan uap sebagai pemanas untuk mempermudah proses pemisahan minyak dengan kotoran. Selanjutnya minyak yang ada di permukaan dibiarkan melimpah (dengan cara menyemprot dengan air oleh operator), dan ditampung pada sebuah bak pinggiran kolam *Fat Pit*, dan kemudian dipompakan kembali ke CST untuk kemudian dimurnikan lagi.

## **8. Storage Tank**

Minyak yang dikeringkan dari air dengan vacuum dryer, kemudian dipompakan ke *Storage Tank* (tangki timbun), dengan suhu sampai 45-60°C. Setiap hari dilakukan pengujian mutu minyak sawit. Minyak yang dihasilkan dari daging buah ini berupa minyak kasar atau disebut juga *Crude Palm Oil* (CPO).

### **2.1.6 Stasiun Pengolahan Inti (*Kernel Plant Station*)**

Tujuan dari pengolahan ini adalah untuk memisahkan inti (*kernel*) dari cangkangnya dan sebelum diolah di pabrik pengolahan inti sawit. Pengolahan inti pada dasarnya melalui tahap-tahap sebagai berikut:

- a. Pemisahan serabut dari biji



- b. Pemeraman biji
- c. Pemisahan inti dari cangkangny
- d. Pengeringan

### 1. **Cake Breaker Conveyer (CBC)**

Ampas kempa dari *Screw Press* yang terdiri dari serat dan biji yang masih mengempal masuk ke CBC. CBC merupakan conveyer yang berbentuk *Ribbon Blade* yang berputar pada poros. CBC berfungsi memecah gumpalan-gumpalan ampas kempa (untuk mempermudah pemisahan biji dan serat) dan membawanya ke *Depericarper*.

### 2. **Depericarper**

*Depericarper* adalah alat untuk memisahkan ampas dengan biji serta memisahkan biji dari sisa-sisa serabut yang masih melekat pada biji. Alat ini terdiri dari *Separating Column Polishing Drum*. Ampas dan biji dari CBC masuk dari *Separating Column*. Disini fraksi ringan yang berupa fibre, inti pecah halus, cangkang halus dan debu, terhisap dengan *Fibre Cyclone* dan melalui *Air Lock* masuk dan ditampung dan *Sheel Bin* sebagai bahan bakar pada boiler. Sedangkan fraksi berat seperti biji utuh, biji pecah, inti utuh dan inti pecah turun kebawah masuk ke *Polishing Drum*.

*Polishing Drum* berputar dengan kecepatan 26 rpm, dilengkapi dengan plat-plat besi berbentuk cincin. Akibat dari perputaran ini terjadi gesekan yang mengakibatkan serabut terkikis dan terlepas dari biji persamaan fraksi lainnya

jatuh melalui lubang cincin ke *Nut Elevator* dan diperam di *Nut Silo* dan akan dipecahkan menggunakan mesin *Riffle Mill*.

### 3. Nut Silo

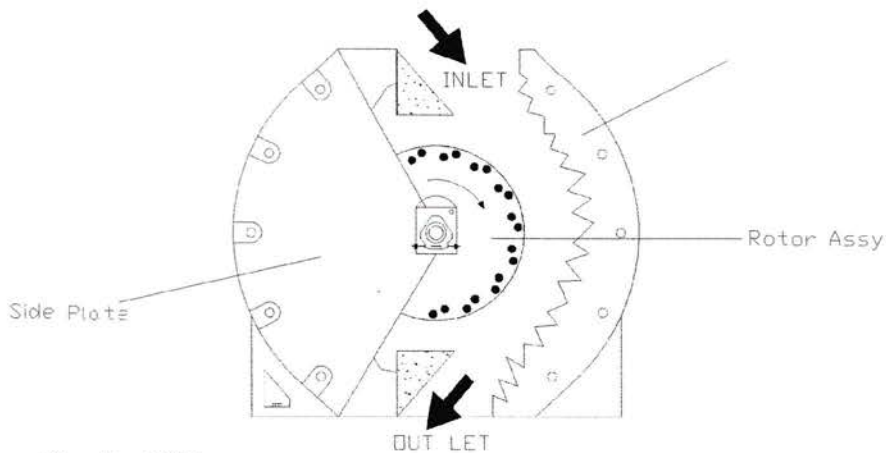
Fungsi dari alat ini adalah untuk tempat pemeraman biji, hal ini dilakukan untuk mengurangi kadar air sehingga lebih mudah dipecah dan inti lekang dari cangkangnya. *Nut Silo* juga yang berfungsi untuk menurunkan pengaruh *Pectin* (yang berfungsi sebagai lem perekat) yang terdapat antara cangkang dan inti.

Nut keluar secara teratur sedikit demi sedikit melalui *Vibrator* dan *Nut Shacking Grate* yang terletak pada dasar *Nut Silo* ke *Ripple Mill*.

### 4. Ripple Mill

Biji dari *Nut Silo* masuk ke *Ripple Mill* untuk dipecah sehingga inti terpisah dari cangkang. Biji yang masuk melalui bagian atas rotor baru kemudian akan mengalami penggilasan dengan *Ripple Plate* sehingga biji pecah dan keluar ke *C.M. Conveyor*. Kecepatan putarnya 1400 rpm. disini terdapat 4 unit *Ripple Mill* dengan kapasitas setiap unit 4-6 ton/jam. Setelah dipecahkan, inti yang masih bercampur dengan kotoran-kotoran dibawa ke *Cracked Mixture Elevator*.

Fungsi dari ripple Mill adalah untuk memecahkan nut. Pada Ripple Mill terdapat rotor bagian yang berputar pada Ripple Plate bagian yang diam. Nut masuk diantara rotor dan Ripple Plate sehingga saling berbenturan dan memecahkan cangkang dari nut.



**5. Cracked Mi:** Gambar 2.5 Bagan kerja ripple mill

Pada bagian ini akan terjadi pemisahan dimana fraksi-fraksi yang lebih ringan akan diserap oleh *Separating Column Fan*. Fraksi-fraksi ringan yang dihisap terdiri dari cangkang dan serabut akan dibawa ke *Shell Bin* melalui *Fibre Conveyor*. Fraksi yang berat turun kebawah dan masuk ke *Screened Particle Drum* dan sebelumnya disortir terlebih dahulu fraksi yang besar terdiri dari batu-batuan. Biji utuh hasil pemisahan pada *Screened Particle Drum* dikembalikan ke *Ripple Mill* untuk dipecahkan kembali.

Inti dan sebahagian cangkang yang terpisahkan kembali pada *Dust Separating Column Air Lock* kedua. Inti dari pemisahan ini dibawa ke *Kernel Silo* melalui *Kernel Conveyor*, kernel elevator dan kernel *Distribution Convoyer*. Cangkang hasil hisapan *Dust Convoyer Air Lock* dibawa ke *Shell Bin* dan akan bercampur dengan serabut dan *Fibre Cyclone* sebagai bahan baku boiler.

**6. Claybath**

*Claybath* adalah alat pemecah inti, inti pecah dengan cangkang. Proses pemisahan ini secara basah dengan memanfaatkan berat jenis dari bahan yang dipisahkan dengan larutan *Koloid* yang mempunyai berat jenis diantara kedua

bahan tersebut. Bagian yang ringan akan mengapung dan bagian yang berat akan tenggelam. Inti yang merupakan fraksi ringan akan dibawa ke *Kernel Silo* untuk dikeringkan.

## 7. Kernel Silo

Inti yang masih mengandung air perlu dikeringkan sampai kadar air 7%. Inti yang berasal dari pemisahan ini melalui *Kernel Distribution Conveyer* di distribusikan kedalam dua unit *Kernel Silo* untuk dilakukan proses pengeringan. Pada *Kernel Silo* ini inti akan dikeringkan dengan menggunakan udara panas dari boiler yang merupakan hasil dari pengontakan dengan steam. *Kernel Silo* dibagi dalam tiga tingkatan suhu (udara panas) yang berbeda, yaitu berturut - turut dari atas kebawah adalah 70 °C, 60 °C dan 50°C.

## 8. Utilitas

Penyediaan suatu unit *Utilitas* merupakan suatu syarat yang sangat penting dalam suatu pabrik, karena *Utilitas* adalah suatu faktor penunjang pada proses yang ada di pabrik. Pada proses pengolahan minyak kelapa sawit di PTPN IV Unit Kebun Timur terdapat 4 unit *Utilitas* yaitu sebagai berikut:

1. Pengolahan air (*Water Treatment*)
2. Pembangkit tenaga (*Power Plant*)
3. Laboratorium
4. Pengolahan limbah

### 2.2. Pengolahan Air

Air pada pabrik kelapa sawit di PTPN IV Unit Kebun Timur berasal dari sungai tersebut yang berjarak sekitar 1.8 Km dari lokasi pabrik. Air merupakan kebutuhan yang sangat penting, air ini akan diolah untuk

menghasilkan *steam* yang dibutuhkan dalam pengolahan dan pengoperasian pabrik. Air yang dihasilkan dari hasil pengolahan ini harus memenuhi standar air umpan *boiler*.

### 1. Kolam Penampung (*Water Buss*)

Air dari sungai tamiang dipompakan didalam kolam penampungan. Pada kolam ini terjadi pengendapan (lumpur dan kotoran) secara alami. Dari kolam air dipompakan ke *Clarifier Tank*.

### 2. Tangki Pengendapan (*Clarifier Tank*)

*Clarifier Tank* ini dilengkapi dengan sekat-sekat untuk membantu proses pengendapan. Di dalam *Clarifier Tank* diinjeksikan bahan kimia yang berupa *Soda Ash* dan *Tawas*. *Soda Ash* berfungsi sebagai pengatur pH yakni berkisar antara 6-7, sedangkan *Tawas* berfungsi mengumpulkan kotoran kedalam air, sehingga mengendap dalam dasar tangki. Air pada bagian atas dialirkan ke *Reservoir Tank* yang berfungsi untuk menampung air sebelum dialirkan kedalam *Sand Filter*.

### 3. Penyaring Pasir (*Sand Filter*)

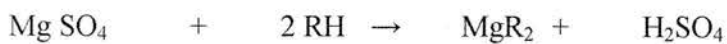
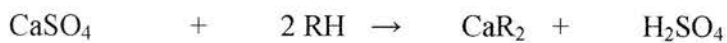
Air dari *Reservoir Tank* dipompakan ke *Sand Filter* air ini masih mengandung padatan tersuspensi, sehingga dalam *Sand Filter* air disaring melalui pasir halus pada permukaan pasir dan air mengalir melalui bagian bawah dan dipompakan ke *Water Tower*. Pada tower pertama air yang telah bersih dialirkan untuk keperluan pengolahan air umpan boiler, keperluan proses, keperluan domestik dan sanitasi pabrik. Sedangkan pada tower kedua airnya dialirkan ke kompleks perumahan karyawan. Untuk membersihkan kotoran atau lumpur yang melekat pada permukaan pasir, dilakukan *Backwash* setiap hari.

#### 4. Tangki Penukar Kation

Air yang mengalir ke tangki penukar kation ( cation exchanger tank ) mengandung resin penukar kation yang bersifat asam lemah atau asam kuat.

- Resin penukar kation bersifat asam kuat

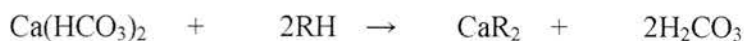
Dengan menggunakan symbol R sebagai gugus aktif dalam resin, maka proses penukaran kation yang terjadi adalah sebagai berikut:



Dari proses pertukaran kation di atas, kadar alkalinity, kesadahan dan zat-zat yang terlarut turun.

- Resin penukar kation bersifat asam lemah

Dengan symbol R sebagai gugus aktif dalam resin, maka proses pertukaran ion yang terjadi adalah sebagai berikut:



Fungsi resin kation adalah :

- Menghilangkan / mengurangi kesadahan yang disebabkan oleh garam-garam Ca dan Mg dalam air.
- Menghilangkan/ mengurangi alkalinitas dari garam-garam alkali.

- c. Menghilangkan/ mengurangi zat-zat padatan terlarut yang menyebabkan timbulnya kerak pada ketel uap.

Untuk umpan boiler, air yang digunakan berasal dari *Water Tower* yang dipompakan ke tangki penukar kation. *Kation Tank* berisi *Resin Kation* jenis *Amberlite IRA 402* (berwarna kuning emas) yang bersifat asam.

Pada proses ini terjadi penukaran ion antara kation-kation  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  dan ion lain dalam air dengan kation  $\text{H}^+$  dalam resin. Pada suatu saat resin akan jenuh, maka untuk di *Regenerasi* atau mengaktifkan kembali resin harus diinjeksikan larutan ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) kedalam tangki berdasarkan analisa laboratorium.

#### **5. Degasifier Tank**

Air umpan boiler setelah melewati tangki penukar kation, maka air tersebut dialirkan ke *Degasifier Tank* yang bertujuan untuk menghilangkan gas  $\text{CO}_2$  kemudian air tersebut dialirkan ke *Tangki Penukar Anion*.

#### **6. Tangki Penukar Anion**

*Tangki Penukar Anion* ini berisi resin *Amberlite IRA 402* (berwarna coklat muda). Fungsi tangki penukar ion adalah:

- ✓ Menyerap asam-asam  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SiO}_2$  yang terbentuk pada tangki penukar kation yang menyebabkan pH menjadi tinggi.
- ✓ Menghilangkan sebagian besar atau semua garam-garam mineral sehingga air yang dihasilkan hampir tidak mengandung garam-garam mineral. Pada suatu saat *Resin Anion* ini akan penuh, maka untuk meregenerasi kembali resin tersebut kedalam tangki diinjeksikan larutan  $\text{NaOH}$ .

#### **7. Feed water tank**

Air yang berasal dari *Tangki Penukar Anion* dikumpulkan dalam *Feed Water Tank* dan dipanaskan dengan menggunakan steam hingga temperatur  $80^{\circ}\text{C}$  pemanas bertujuan untuk mempermudah pelepasan gas pada *Dearator*.

## **8. Dearator**

*Dearasi* bertujuan untuk menghilangkan gas-gas  $\text{CO}_2$  dan  $\text{O}_2$  yang terlarut dalam air yang dapat mengakibatkan korosi dan menimbulkan kerak pada pipa-pipa boiler. Penghilangan gas-gas terlarut tersebut dilakukan dengan cara pemanasan dengan menggunakan steam yang diinjeksikan langsung kedalam air yang berlawanan arah dengan aliran air. Temperatur didalam tangki dijaga konstan. Temperatur air sekitar  $80\text{-}90^{\circ}\text{C}$ .

Air yang keluar *Dearator* sebelum masuk ke boiler diberikan bahan kimia yang berguna untuk menaikkan pH, mencegah terjadinya korosi, dan mencegah pembentukan kerak dalam pipa boiler.

## **9. Pemanasan air umpan pada ketel**

Air umpan dari dearator masuk ke dalam ketel kemudian diubah menjadi uap yang akan dipergunakan untuk pengolahan kelapa sawit.

### **2.3. Pembangkit Tenaga (*Tower Plant*)**

Pembangkit tenaga pada pabrik kelapa sawit di PTPN IV Unit Kebun Timur menggunakan dua sistem, yaitu *Sistem Turbindan Sistem Diesel*. Beberapa komponen utama pada sistem ini adalah ketel (boiler), turbin dan BPV.



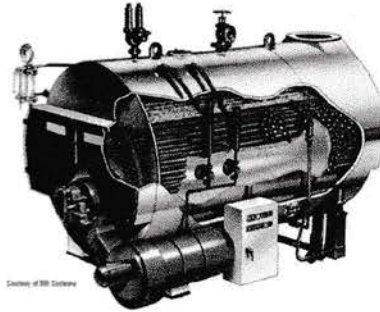


Gambar 2.3.1.system turbin

## 1. **Boiler**

Dalam pabrik kelapa sawit Ketel uap (Boiler) merupakan jantung dari sebuah pabrik kelapa sawit. Dimana, ketel uap ini lah yang menjadi sumber tenaga dan sumber uap yang akan dipakai untuk mengolah kelapa sawit. disini kita akan membahas sedikit tentang ketel uap yang digunakan dalam pabrik kelapa sawit. Sebelum kita membahas ketel uap yang digunakan dipabrik kelapa sawit, ada baiknya kalau kita mengetahui dahulu apa itu ketel uap dan berfungsi sebagai apa.

Ketel uap merupakan suatu alat konversi energi yang merubah Air menjadi Uap dengan cara pemanasan dan panas yang dibutuhkan air untuk penguapan diperoleh dari pembakaran bahan bakar pada ruang bakar ketel uap.



Gambar Jenis Paket Boiler

### 3. PENGKAJIAN EFISIENSI BOILER

Pengkajian efisiensi boiler dilakukan untuk mengevaluasi Kinerja boiler

#### 1. Evaluasi Kinerja Boiler

Beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja boiler adalah:

- Efisiensi boiler
- Rasio penguapan/ evaporation ratio
- Pengerakan pada permukaan transfer panas
- Perawatan yang kurang baik
- Kualitas dan kandungan air bahan bakar

Uji efisiensi boiler dapat membantu dalam menemukan penyimpangan efisiensi boiler dari efisiensi terbaik dan target area permasalahan untuk tindakan perbaikan.

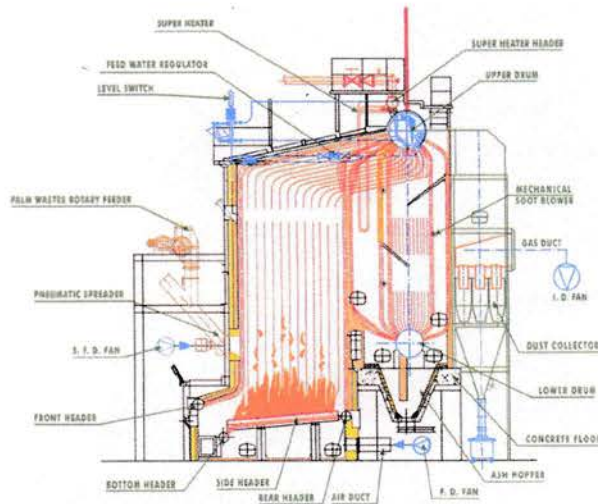
#### a. Neraca Panas

Proses pembakaran dalam boiler dapat digambarkan dalam bentuk diagram alir energi, seperti terlihat pada gambar 2. Neraca panas merupakan keseimbangan energi total yang masuk boiler terhadap yang meninggalkan boiler dalam bentuk yang berbeda. Gambar 3.berikut memberikan gambaran berbagai kehilangan yang terjadi untuk pembangkitan *steam*.

#### **b. Efisiensi Boiler**

Efisiensi termis boiler adalah energy panas masuk yang digunakan secara efektif untuk menghasilkan steamuap (energi kalor) yang dihasilkan ketel uap dapat digunakan pada semua peralatan yang membutuhkan uap di pabrik kelapa sawit, terutama turbin.Turbin disini adalah turbin uap dimana sumber penggerak generatormya adalah uap yang dihasilkan dari ketel uap.selain turbin alat lain di pabrik kelapa sawit yang membutuhkan uap seperti di Boiler (Alat untuk memasak TBS) dan distasiun pemurnian minyak (Klarifikasi). oleh karena itu kualitas uap yang dihasilkan harus sesuai dengan kebutuhan yang ada dipabrik kelapa sawit tersebut. karena jika tidak akan mengganggu proses pengolahan dipabrik kelapa sawit.

Untuk mendapatkan uap dan tenaga listrik yang digunakan dalam proses pengolahan, maka air yang berasal dari tangki *Dearator* diproses dalam boiler. Bahan bakar yang digunakan berasal dari pengolahan kelapa sawit berupa sabut (*Fibre*) dan cangkang.



Gambar 2.7. Sirkulasi Air Pada Pipa Ketel Uap

Sebagian besar ketel uap yang digunakan pada pabrik kelapa sawit adalah ketel uap yang menghasilkan uap superheated, dimana uap ini digunakan pertama kali untuk memutar turbin sebagai pembangkit tenaga listrik kemudian sisa uap dari pembangkit tersebut digunakan sebagai pemanasan TBS pada Boiler. Menurut jenisnya ketel uap terbagi menjadi 2 bagian yaitu : ketel pipa air dan ketel pipa api. ketel yang digunakan pada pabrik kelapa sawit adalah ketel pipa air. maksudnya adalah air berada didalam pipa dipanaskan oleh api yang berada diluar pipa air.

Untuk menghitung kapasitas uap pada ketel uap yang dibutuhkan adalah dengan :Kebutuhan uap pada pabrik kelapa sawit adalah 0.6 ton uap/ton TBS, jadi untuk pabrik 35 ton membutuhkan boiler =  $35 \text{ ton} \times 0.6 = 21 \text{ ton uap/jam}$ . Maka dari itu dibutuhkan 2 unit ketel uap dengan kapasitas uap 20 ton uap/jam pada masing masing ketel uap.

Biasanya boiler yang digunakan di pabrik kelapa sawit memiliki spesifikasi sebagai berikut:

Kapasita Uap	: 20 Ton/jam
Temperatur Uap	: 280 °C
Tekanan Uap	: 20 kg/cm <sup>2</sup>
Temperatur air umpan	: 90 °C
Effisiensi Ketel Uap	: 75 %
Pemakaian bahan bakar	: 75% serabut dan 25% cangkang.

## **2. Turbin Uap**

Uap yang dihasilkan oleh boiler digunakan untuk menggerakkan sudu-sudu turbin dan untuk menggerakkan Ass poros yang dikopel dengan poros roda gigi. Dengan demikian akan menghasilkan tenaga listrik yang akan digunakan untuk menggerakkan elektro motor dalam proses pengolahan.

## **3. Diesel Genset**

Pada pabrik kelapa sawit Tg. Seumantoh memiliki 3 unit mesin diesel dengan kapasitas masing-masing 250 KVA untuk dua unit dan satu unit lagi dengan kapasitas 287,5 KVA. Mesin diesel dengan kapasitas 250 KVA selalu dioperasikan pada saat yang sama untuk memenuhi kebutuhan beban di pabrik dan perumahan. Sedangkan mesin diesel dengan kapasitas 287,5 KVA dioperasikan hanya pada waktu tertentu.



Gambar 2.8.Diesel Genset

#### 4. Back Pressure Vessel (BPV)

Sisa uap yang dihasilkan oleh sisa turbin dikumpulkan dalam suatu instalasi yang disebut BPV. Untuk menambahkan tekanan pada BPV ini diinjeksikan uap kering yang bersal dari boiler. Uap ini akan digunakan untuk proses pengolahan pada alat-alat yang memerlukan uap, seperti pada:

- a. Sterilizing station
- b. Pressing station
- c. Clarificasition station
- d. Kernel plant station
- e. Water treatmant station

#### 2.4. Laboratorium

Laboratorium ini berguna untuk melakukan analisa terhadap semua produk hasil pengolahan dan pendukung proses pengolahan seperti air limbah produksi. Pada laboratorium kelapa sawit Unit Kebun Timur ini, yang dianalisa adalah sebagai berikut:

- a. Mutu air
- b. Mutu buah TBS
- c. Kerugian (*Losses*) dalam proses pengolahan
- d. Mutu produksi

Air yang dianalisa adalah air baku, air pengolahan dan air pemanas.

Analisa yang digunakan untuk melihat mutu air adalah sebagai berikut:

- a. pH
- b. Kesadahan
- c. Analisa TDS (total dissolved solid)
- d. Kadar silica
- e. Alkalitas

Untuk melihat buah kelapa sawit maka dilakukan analisa dengan cara sortasi. Selama berlangsungnya proses pengolahan terjadi losses minyak. Besarnya persentase losses ini tidak boleh melebihi standar yang telah ditetapkan

***Analisa losses ini dilakukan (sampel yang diambil) pada:***

1. Air rebusan
2. Tandan kosong
3. Ampas press
4. Nutten

5. Sludge separator
6. Fat fit
7. Solit Decanter

Produk akhir dari pabrik berupa *Crude Palm Oil (CPO)* dan inti sawit (*kernel*) akan dianalisa, yaitu terhadap:

- a. ALB (asam lemak bebas )
- b. Kadar kotoran
- c. Kadar air

## **2.5. Pengolahan Limbah**

Limbah yang diolah pada kelapa sawit di PTPN IV Unit Kebun Timur terdapat dua jenis limbah yaitu limbah cair dan limbah padat.

### **1. Limbah Cair**

Limbah cair yang ada, terlebih dahulu dinetralkan sebelum dibuang ke sungai agar memenuhi standar yang ada. Limbah cair ini mengandung bahan organik yang dapat mengalami *Deaerasi* dengan adanya bakteri pengurai. Limbah yang mengandung senyawa organik diolah dalam kondisi *Anaerobik* dan *Aerobik*.

### **2. Limbah padat**

Limbah padat yang terdapat pada pabrik pengolahan kelapa sawit berupa tandan kosong, cangkang, dan *Solid Decanter*. Tandan kosong terkadang masih mengandung buah yang tidak lepas pada saat perontokan. Tandan kosong kemudian dibakar di *Incinerator* menghasilkan abu tandan kosong yang akan berguna sebagai pupuk.



Serabut yang merupakan hasil pemisah dari fibre cyclone mempunyai kandungan cangkang dan inti kelapa sawit yang terikut dapat dipergunakan untuk bahan bakar boiler. Kualitas asap pembakaran pada dapur ketel uap dipengaruhi oleh komposisi serat tersebut. Serabut dan cangkang dapat digunakan sebagai bahan bakar boiler sedangkan *Solid Decanter* yang dihasilkan dari unit pemurnian minyak dikumpulkan terlebih dahulu sehingga mengalami pembusukan, kemudian dibuang dilahan perkebunan untuk menyuburkan tanaman kelapa sawit.

Limbah padat yang berasal *Solid Decanter* menimbulkan bau, sehingga apabila telah mengalami pembusukan harus segera dibuang ke lahan pertanian untuk dijadikan sebagai pupuk pada tanaman kelapa sawit. Limbah ini dapat menyuburkan tanaman, sehingga dapat mengurangi anggaran untuk membeli pupuk

## 2.6. Titrasi

Titration adalah suatu metode penentuan konsentrasi larutan yang belum diketahui dengan menggunakan indikator sebagai penunjuk titik akhir titrasi (TAT) yang berdasarkan pada larutan standar yang dipakai. Metode titrasi yang biasa digunakan adalah titrasi asam basa dengan larutan standar basa kuat (NaOH) atau asam kuat (HCl) dan indikator asam-basa phenolphthalein. Untuk mengetahui kualitas air ketel (boiler) digunakan metode volumetri dengan cara titrasi. Parameter yang diukur adalah pH, alkalinitas, kesadahan, silika, dan total padatan terlarut (underwood, 1991).

## 1. Silika

Silikon dioksida ( $\text{SiO}_2$ ) atau silika adalah salah satu senyawa kimia yang paling umum. Kristal  $\text{SiO}_2$  murni ditemukan di alam dalam berbagai bentuk polimorfis, yang paling umum diantaranya adalah kuarsa, pasir, agata (akik), oniks, opal dan flint, Kristal  $\text{SiO}_2$  memiliki dua cara cirri utama :

- a. Setiap atom silika berada pada pusat suatu tetrahedron yang terdiri dari empat atom oksigen.
- b. Setiap atom oksigen berada di tengah-tengah antara dua atom silikon (keenam, 1980).

## 2. Kesadahan

Air sadah adalah air yang disebabkan karena adanya padatan terlarut yang mempunyai ukuran lebih kecil dari pada padatan tersuspensi yaitu ion Ca dan Mg. Dampak dari air sadah adalah dapat menimbulkan endapan didalam wadah pengolahan dan dapat menyebabkan peralatan besi berkarat.

Kesadahan dapat dibagi dua yaitu : kesadahan sementara dan kesadahan tetap. Kesadahan sementara disebabkan karena adanya karbonat ( $\text{CO}_3^-$ ) dari Ca dan Mg. garam karbonat merupakan garam yang tidak larut, akibat adanya  $\text{H}_2\text{O}$  dan  $\text{CO}_2$ .

## 3. Total Padatan terlarut (TDS)

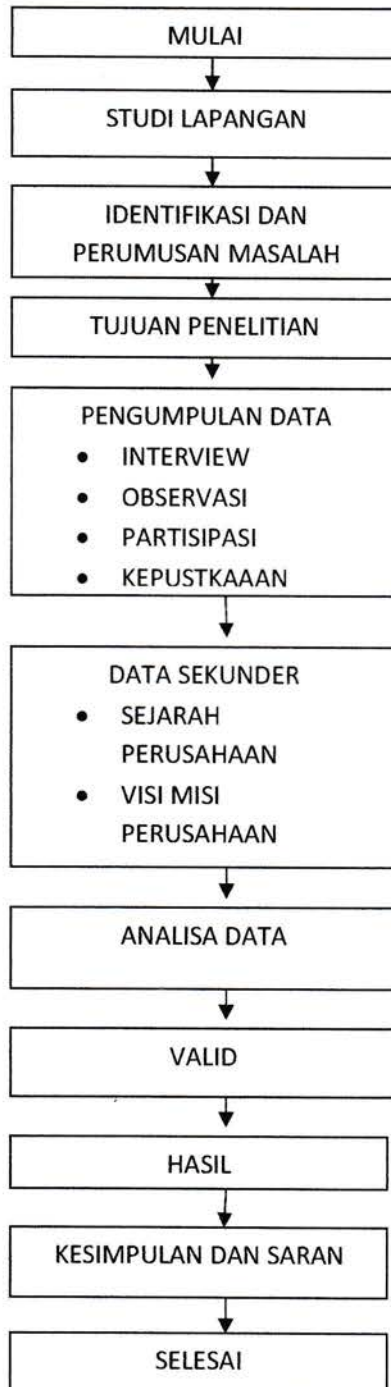
Zat padat terlarut yaitu zat padat yang lolos filter pada analisa zat tersuspensi, sehingga analisa zat padat terlarut merupakan kelanjutan analisa zat padat tersuspensi. Larutan yang mengandung zat terlarut lolos filter =  $10\ \mu\text{m}$ , kemudian diuapkan dan dikeringkan pada suhu  $105^\circ\text{C}$ . residu tertinggal adalah zat

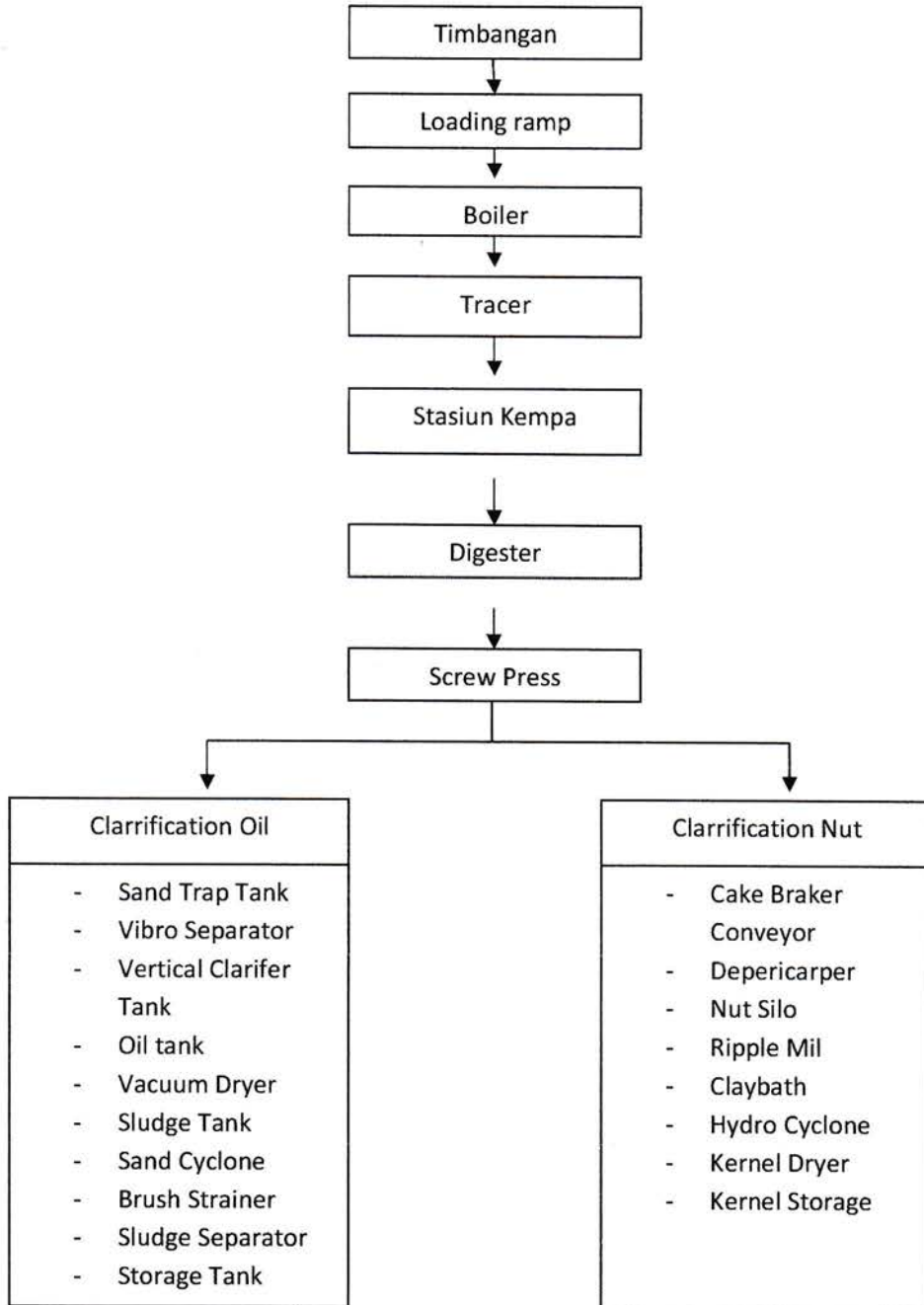
padat terlarut yang merupakan garam-garam yang dahulu terlarut dan sedikit zat padat koloid.

Air yang mengandung kadar mineral tinggi seperti kalsium, magnesium, klorida dan sulfat dapat bersifat higroskopis, sehingga memerlukan pemanasan yang lama, pendingin dalam *desikator* yang baik dan dilakukan penimbangan dengan cepat (Alaerts, G, 1984).

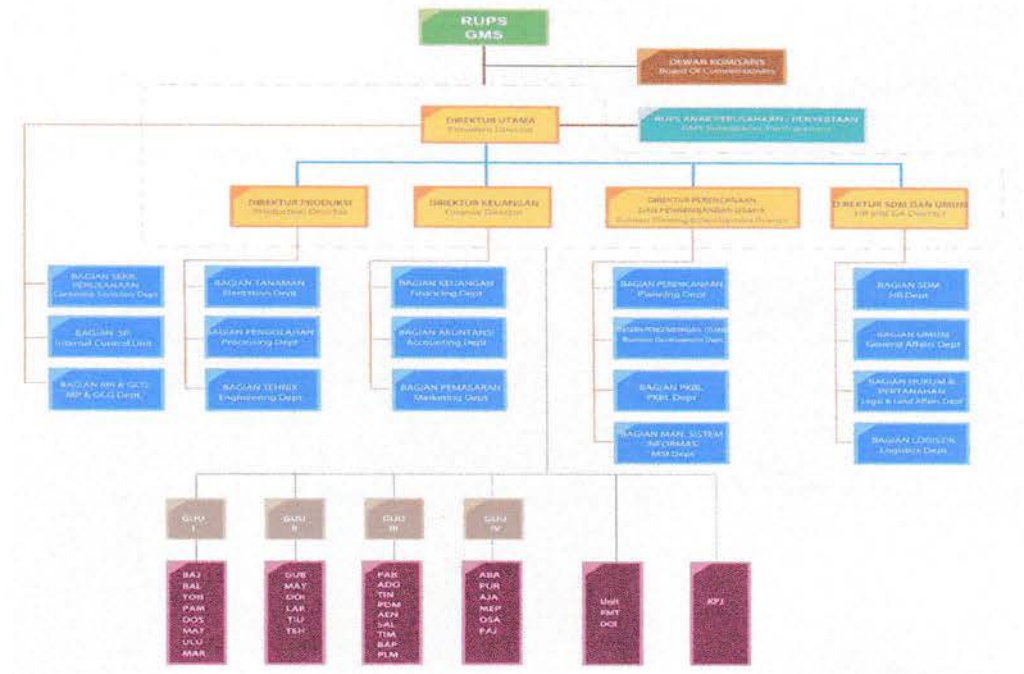
BAB III  
METODE PENELITIAN

a. Processing Oil Palm





## STRUKTUR ORGANISASI



### b. Waktu dan Tempat Penelitian

Adapun waktu dan tempat pelaksanaan metode penelitian adalah sebagai berikut :

Waktu : Bulan Agustus – September 2017

Tempat : PT. PERKEBUNAN NUSANTARA IV KEBUN TIMUR,  
MANDAILING NATAL, SUMUT.

### c. Teknik Pengumpulan Data

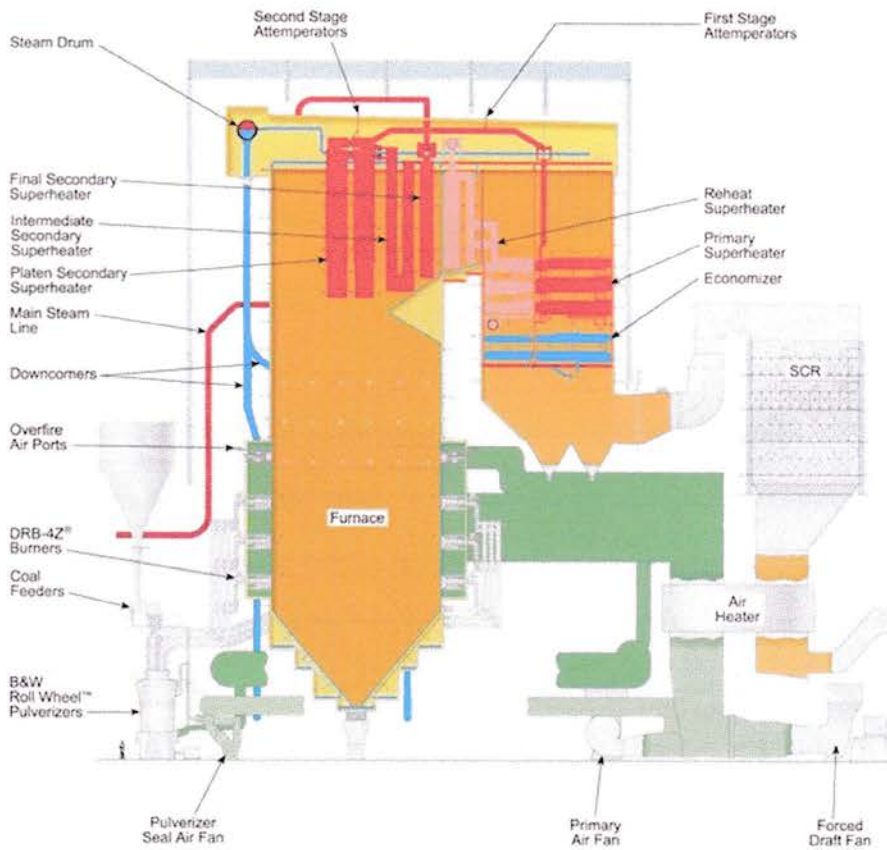
Data yang dibutuhkan untuk analisis diperoleh dari dokumen PTPN IV Unit Kebun Timur Data tersebut berupa data rancangan dan spesifikasi *boiler*.

### 3.3.1 Objek Penelitian

#### 3.3.1.1 Spesifikasi Boiler

Objek penelitian pada laporan kerja praktek ini adalah *Boiler* di PTPN

IV Unit Kebun Timur dengan spesifikasi sebagai dipaparkan berikut :



Gambar 3.1. Boiler

Ada beberapa teknik pengumpulan data yaitu dengan menggunakan beberapa metode-metode pengumpulan data yaitu sebagai berikut :

a. Metode interview

Yaitu dengan terjun langsung ke pabrik dan mewawancarai petugas/operator masing-masing bagian pada saat proses pengolahan kelapa sawit.

b. Metode observasi

Yaitu dengan melihat langsung proses pengolahan kelapa sawit pada saat pabrik tersebut beroperasi.

c. Metode partisipasi

Yaitu melibatkan diri dalam aktifitas supaya memperoleh informasi yang tepat sesuai dengan yang kita inginkan.

d. Metode kepustakaan

Dengan memperbanyak buku-buku bacaan dari buku panduan dan mempelajari referensi yang ada di kantor Adm.

**Tabel 3.3** Data Spesifikasi *Boiler* di PTPN Unit Kebun Timur

Type	Vertical
Kapasitas	20 ton/TBS
Temperatur uap	200° C
Tekanan uap	20 kg/cm <sup>2</sup>
Temperatur air umpan	90° C
Effisiensi ketel uap	75%
Pemakaian bahan bakar cangkang	25%
Pemakaian bahan bakar serabut	75%



#### d. Metode Penulisan

Metode yang dipakai pada penulisan laporan Kerja Peraktek ini adalah sebagai berikut :

##### 1. Studi Literatur

Metode ini dilaksanakan dengan studi dari buku-buku maupun *instruction manual book* dan pustaka lainnya yang berkaitan. Metode ini dilakukan untuk keperluan dasar teori dan analisa pembahasan.

##### 2. Tinjauan Lapangan

Yakni dengan pengambilan data terhadap objek yang diteliti secara langsung dilapangan.

##### 3. Metode Wawancara

Dalam metode ini penulis memperoleh data melalui wawancara, diskusi dan Tanya jawab dengan pembimbing lapangan serta operator.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Perhitungan Efisiensi Boiler Secara Langsung

Data dan pengukuran yang didapatkan adalah: tekanan steam 10 kg/cm<sup>2</sup>, kapasitas produksi steam 39.800 kg/jam dan jumlah air umpan boiler 3.683 kg/jam. Dari data tekanan steam, dapat diketahui entalpi steam jenuh ( $h_u$ ) dan entalpi air ( $h_a$ ) dari table steam.

Efisiensi boiler dapat dihitung menggunakan persamaan (2) berikut:

$$Q \times (h_u - h_a)$$

$$\text{Efisiensi Boiler } (\eta) = \frac{Q_{\text{uap}}}{Q_{\text{in}}}$$

$$= \frac{\dot{m}_{\text{uap}} (h_u - h_a)}{\dot{m}_f \cdot \text{GCV}} \times 100\%$$

$$= \frac{39.800 \times (663 - 85)}{3.403 \times 10.000} \times 100\% = 67,6\%$$

$$\text{Efisiensi Boiler } (\eta) = 67,6\%$$

#### B. Perhitungan Efisiensi Boiler Secara Tidak Langsung

Data lebih lengkap yang didapatkan dari hasil kajian adalah sebagai berikut:

- Analisis *ultimate* minyak bakar C : 84 persen: 12 persen S : 3,0 persen O<sub>2</sub> : 1,0 persen
- GCV Minyak bakar: 10.000 kkal/kg
- Persentase Oksigen: 8 persen
- Persentase CO: 9 persen
- Suhu gas buang ( $T_{2f}$ ): 247 C
- Suhu ambien ( $T_a$ ): 300C

- Kelembaban udara: 0,024 kg/kg udara kering

Dengan menggunakan persamaan (3) sampai dengan persamaan (12) dilakukan perhitungan efisiensi boiler secara tidak langsung dan didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

- Pers. (3) Kebutuhan udara teoritis = 13,82 kg udara/ kg bahan bakar
- Jumlah udara berlebih (pers.4) = 62 %
- Jumlah udara aktual umpan boiler = 22,4 kg udara/ kg bahan bakar.

Hasil kehilangan panas masing-masing dihitung menggunakan:

- Pers. (7). Kehilangan panas karena gas kering cerobong = 11,7%
- Pers. (8). Kehilangan panas karena H dalam bahan bakar = 7,36 %
- Pers. (9). Kehilangan karena air dalam bahan bakar = 6,82 %
- Pers. (10). Kehilangan panas karena air dalam udara = 0,53 %
- Kehilangan panas radiasi = 2%
- Total kehilangan panas = 28,41%

Efisiensi boiler hasil perhitungan tidak langsung

$$= 100 - 28,41 = 71,59\%$$

$$\text{Rasio penguapan} = 10.000 \times 0,7159 / (663-85) = 12,38$$

## BAB V

### PENUTUP

#### A. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan diatas terlihat bahwa efisiensi boiler berada dibawah standar kinerja yang baik 85%, demikian pula rasio penguapannya dibawah standar rasio penguapan yang diharapkan untuk bahan bakar minyak solar yaitu 13.

#### B. SARAN

Beberapa saran untuk meningkatkan efficiency pembakaran adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan pengkajian lebih lanjut pada gas buang cerobong untuk menentukan udara berlebih yang tepat untuk kesempurnaan pembakaran
2. Pemantauan suhu cerobong untuk dapat diturunkan suhunya dengan perawatan dan pembersihan yang baik dari jelaga yang terbentuk,
3. Pengecekan pada burner untuk kesempurnaan pembakaran.

## DAFTAR PUSTAKA

Anonymous, 1985, *Sejarah Pabrik Kelapa Sawit* PTPN IV PKS

<http://surgapetani.blogspot.co.id/2012/11/sterilizier-station.html>

<http://belajarsawit.blogspot.co.id/2012/12/ketel-uap-boiler-di-pabrik-kelapa-sawit.html>

<https://ivanemmoy.wordpress.com/tag/vertical-Boiler/>