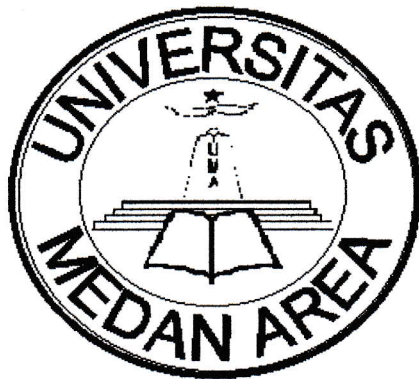


**PRAKTEK KERJA LAPANGAN DI PABRIK KELAPA  
SAWIT PT. PERKEBUNAN NUSANTARA II  
KEBUN SAWIT SEBERANG**

**LAPORAN**

**OLEH :**

**SUSI ROYANI HASIBUAN  
14. 821. 0082**



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2016**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PRAKTEK KERJA LAPANGAN DI PABRIK KELAPA  
SAWIT PT. PERKEBUNAN NUSANTARA II  
KEBUN SAWIT SEBERANG**

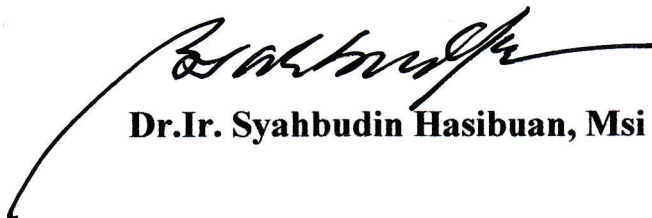
**LAPORAN**

**Susi Royani Hasibuan  
14. 821. 0082**

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pertanian  
program studi agroteknologi Agroteknologi/Agribisnis Fakultas  
Pertanian Universitas Medan Area**

**Mengetahui**

**Dosen Pembimbing Lapangan  
Universitas Medan Area**



**Dr.Ir. Syahbudin Hasibuan, Msi**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2016**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan perlindungannya sehingga penulisan Laporan ini dapat diselesaikan dengan baik.

Tulisan ini berisikan laporan Praktek Kerja Lapangan ( PKL ) yang merupakan salah satu syarat memperoleh gelar sarjana di Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Medan Area.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan Terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Syahbudin Hasibuan MSi, selaku Dosen Pembimbing Lapangan yang telah memberi petunjuk dan arahan dalam menyelesaikan laporan Praktek Kerja Lapangan.
2. Ibu Ir. Ellen L Panggabean MSi, selaku ketua Program Studi Agroteknologi yang memberikan arahan menyelesaikan laporan Praktek Kerja Lapangan.
3. Bapak Ir. MS. Petrus Manik MM, selaku Manajer PT. Perkebunan Nusantara II Sawit Seberang, Kecamatan Sawit Seberang, Kabupaten Langkat, Provinsi Sumatera Utara.
4. Bapak Ir. Natalius Siregar, selaku Kepala Dinas Teknik Pengolahan (KDTP) di Pabrik Kelapa Sawit PT. Perkebunan Nusantara II Sawit Seberang, Kecamatan Sawit Seberang, Kabupaten Langkat, Provinsi Sumatera Utara.
5. Bapak P. Hutagalung selaku Asisten Laboratorium yang telah bersedia membimbing dan mengarahkan penulis selama mengikuti Praktek Kerja Lapangan.
6. Bapak M.S Nasution beserta keluarga selaku Bapak Angkat.
7. Seluruh karyawan dan karyawan PT. Perkebunan Nusantara II Sawit Seberang, Kecamatan Sawit Seberang, Kabupaten Langkat, Provinsi Sumatera Utara.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan ini.

Akhir kata, semoga laporan ini dapat dipergunakan sebaik-baiknya dan bermanfaat bagi semua pihak, Terima kasih.

Medan, Juli 2016

Penulis



## DAFTAR ISI

	HALAMAN
KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
BAB I.....	1
I. PENDAHULUAN .....	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan Praktek Kerja Lapangan .....	2
1.3. Manfaat Praktek Kerja Lapangan .....	3
1.4. Waktu dan tempat pelaksanaan.....	3
BAB II.....	4
II. GAMBARAN UMUM PABRIK KELAPA SAWIT PTPN II KEBUN SAWIT SEBERANG.....	4
2.1. Sejarah Singkat Perusahaan.....	4
2.2 Struktur Organisasi .....	6
BAB III.....	8
III. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
BAB IV .....	13
IV. PROSES PENGELOLAHAN MINYAK DAN INTI SAWIT .....	
4.1. Stasiun Utama .....	13
4.1.1. Stasiun Penerimaan Buah (fruit station).....	13
4.1.2. Stasiun Perebusan (steri lizer ).....	15
4.1.3. Stasiun Penebahan (thksing ).....	16
4.1.4. Stasiun Pencacahan (Digester ) dan Pengepresan (presser) 19	
4.1.5. Stasiun Penjernihan Minyak ( clarification) .....	21
4.1.6. Stasiun (nut cracking station ) .....	31
4.2. STSTION PENDUKUNG.....	39
4.2.1. Pembangkit Tenaga ( power plant ) .....	40
4.2.2. Laboratorium .....	49
4.2.3. Stasiun Pengelolaan Air ( Water Treatment ).....	54
4.2.4. Stasiun Pengelolaan Limbah .....	57
BAB V.....	63
V. KESIMPULAN DAN SARAN .....	63

5.1 Kesimpulan.....	63
5.2 Saran .....	64
DAFTAR PUSTAKA .....	65

## DAFTAR TABEL

HALAMAN

1. Derajat Kematangan Buah Yang Telah Distandarkan .....	9
2. Analisa Laboratorium PKS PTPN II Sawit Seberang.....	50

## DAFTAR GAMBAR

## HALAMAN

1. Loading Ramp.....	14
2. Ketel Rebusan .....	15
3. Hosting Crane .....	17
4. Thresher .....	18
5. Digester Dan Pressan.....	20
6. Tangki Pemisah Minyak.....	21
7. Vibrating Screen.....	22
8. Crude Oil Tank.....	23
9. Vertical Countinious Tank .....	24
10. Oil Tank.....	24
11. Oil Purifier .....	25
12. Float Tank.....	26
13. Vacum Dryer.....	26
14. Oil Transfer Tank.....	27
15. Storage Tank .....	27
16. Sludge Tank .....	28
17. Brush Strainer .....	28
18. Sludge Separator .....	29
19. Recorvery Tank.....	30
20. Fat Fit.....	30
21. Cake Breaker Conveyor.....	32
22. LTDS 1 dan 11 .....	36
23. Clay Bath .....	37
24. Kernel Silo .....	38
25. Bulking Silo .....	38
26. Bioler .....	41
27. Tangki Anion Dan Kation .....	43
28. Tangki Air Umpan .....	44
29. Turbin .....	47
30. Bejana Uap Bekas .....	48
31. Tangki Pengendapan .....	55
32. Bak Penampungan .....	56
33. Bak Penyaringan .....	55
34. Water Tower .....	57
35. Kolam Limbah .....	61

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam kegiatan belajar sangat perlu dilakukan kegiatan praktek untuk mengaplikasikan ilmu pengetahuan yang didapat diperkuliahan dalam kehidupan sehari-hari. Kegiatan praktek ini mengikut sertakan mahasiswa untuk terjun langsung di dalam dunia usaha, menjadikan mahasiswa terampil dan dapat bersaing dalam era globalisasi ini. Oleh karena itu, Fakultas Pertanian Universitas Medan Area merasa perlu untuk membekali mahasiswanya dalam suatu kegiatan Praktek Kerja Lapangan (PKL) yang dilakukan di PKS Sawit Seberang PTP. Nusantara II (PERSERO) Langkat.

Praktek Kerja Lapangan (PKL) merupakan salah satu bagian dari kurikulum pada Fakultas Pertanian Universitas Medan Area, dilaksanakan mahasiswa yang telah memenuhi syarat yaitu mata kuliah yang telah lulus sebanyak 110 SKS dan program PKL ini dilaksanakan sebelum menyusun Tugas Akhir (skripsi) sebagai syarat untuk menyelesaikan program S1 di Fakultas Pertanian Universitas Medan Area.

Tanaman Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) adalah salah satu dari beberapa famili arecaceae (dahulu disebut palmae). Tanaman yang berasal dari Afrika dan Amerika Selatan, tepatnya Brasilia. Kelapa sawit pertama kali diintroduksi ke Indonesia oleh pemerintahan kolonial Belanda pada tahun 1848, tepatnya di Kebun Raya Bogor. Sesudah tahun 1991, K. Schadat seorang berkebangsaan Jerman dan M. Adrien Hallet berkebangsaan Belgia mulai memelopori budidaya tanaman sawit. Schadt mendirikan perusahaan perkebunan



kelapa sawit di Tanah Ulu (Deli), sedangkan Hallet mendirikan perusahaan perkebunan di daerah Pulau Raja (Asahan) dan sungai Liput (Aceh). Sejak itulah, mulai dibuka perkebunan-perkebunan baru. Pada tahun 1983, diperkirakan sudah ada 90.000 Ha perkebunan kelapa sawit.

Sebelum menjadi produk setengah jadi, kelapa sawit mengalami beberapa tahapan proses produk dengan melewati beberapa stasiun pada pengolahan kelapa sawit menjadi minyak kelapa sawit. Adapun stasiun-stasiun tersebut adalah : stasiun penerimaan dan penimbunan buah, stasiun perebusan (*Sterilizer*), stasiun penebahan (*Thresher*), pengepressan (*Press*), stasiun pemurnian minyak dan stasiun pengolahan inti sawit (*Kernel*). Dalam pengolahan kelapa sawit ini, didukung oleh stasiun pembangkit tenaga (*power plant*), laboratorium, stasiun pengolahan air (*water treatment*), stasiun pengolahan limbah, dan bengkel (*workshop*).

## **1.2 Tujuan Praktek Kerja Lapangan**

Adapun tujuan pelaksanaan Praktek Kerja Lapangan (PKL) ini adalah sebagai berikut:

- Untuk mempelajari proses pengolahan dan alat-alat yang digunakan dalam pengolahan kelapa sawit menjadi *Crude Palm Oil* (CPO) dan inti sawit (*Palm Kernel*)
- Untuk memperoleh pengetahuan dan pengalaman praktis dalam mengetahui keadaan sebenarnya di lapangan
- Memperkenalkan jurusan Keteknikan Pertanian kepada dunia usaha maupun instansi-instansi yang lain.



### **1.3 Manfaat Praktek Kerja Lapangan**

Adapun manfaat dari kegiatan Praktek Kerja Lapangan ini adalah :

a) Bagi Mahasiswa :

- Dapat membandingkan ilmu pengetahuan yang didapat di perkuliahan dengan praktek lapangan
- Memperoleh kesempatan untuk melatih keterampilan dalam melakukan pekerjaan atau kegiatan lapangan
- Melihat dan mengenal lapangan secara langsung serta aplikasi teori yang telah diperoleh.

b) Bagi Fakultas

- Mempercepat kerja sama antara perusahaan dengan Fakultas Pertanian Universitas Medan Area
- Memperluas pengenalan akan Program Studi Agroteknologi.

c) Bagi Perusahaan

- Sebagai bahan masukan atau usulan perbaikan dari sistem kerja yang lama
- Dapat melihat keadaan perusahaan dari sudut pandang mahasiswa
- Sebagai bahan masukan bagi pimpinan perusahaan dalam rangka memajukan pembangunan di bidang pendidikan dan peningkatan efisiensi.

### **1.4 Waktu Pelaksanaan**

Praktek Kerja Lapangan (PKL) dilaksanakan di Pabrik Kelapa Sawit (PKS) Sawit Seberang PTP. Nusantara II (Persero) Langkat Sumatera Utara pada tanggal 12 Juli s/d 12 Agustus 2010.

**BAB II**  
**GAMBARAN UMUM PABRIK KELAPA SAWIT PTPN II**  
**KEBUN SAWIT SEBERANG**

**2.1 Sejarah Singkat Perusahaan**

Kebun Sawit Seberang adalah salah satu unit kebun milik PT. Perkebunan Nusantara II yang berlokasi di Kecamatan Sawit Seberang dan Kecamatan Padang Tualang, Kabupaten Langkat, Provinsi Sumatera Utara yang berjarak sekitar 78 km dari kota Medan.

Dahulunya Kebun Sawit Seberang berasal dari Eks perusahaan Belanda yang bernama *Verenigde Deli Mastgeheppij* (VDM) yang dibuka dan ditanami kelapa sawit sejak tahun 1923 terdiri dari Sembilan Afdelling dengan luas areal konsensi 24.781 Ha. Tetapi tahun 1979 dipisah dengan kebun Tanjung Beringin, sehingga luas areal tanaman sampai sekarang ini tersisa 14.896.11 Ha yang terdiri dari :

- Tanaman menghasilkan : 8.036.94 Ha
- Tanaman belum menghasilkan : 162.42 Ha
- Bibitan : 1626 Ha
- Lain-lain (Tanaman Bambu, Esplament Produce) : 6.642.87 Ha

Areal kebun Sawit Seberang adalah konsensi kebun Batang Serangan (Eks Perusahaan Belanda) tanggal 10 Desember 1936 dengan No. LXV/R atas nama *Deli Mastgeheppij*, kemudian diberi Hak Guna Usaha (HGU) kepada Kebun Sawit Seberang berdasarkan SK Menteri Agraria No. SK: 35 HGU tertanggal 10 Oktober 1958.

Pada tahun 1962 Kebun Sawit Seberang diambil alih oleh pemerintah Indonesia yang di bawah PPN Sumatera II. Sejak berdirinya Kebun Sawit Seberang berada di bawah perusahaan yang beberapa kali mengalami perubahan nama yaitu :

- Tahun 1958 : NY VDM/PPN Sumut/ PPN Baru
- Tahun 1962 : PPN Sumut II
- Tahun 1963 : PPN Antan II
- Tahun 1968 : PPN Antan II/ PPN (Penggabungan)
- Tahun 1969 : PPN II
- Tahun 1976 : PTP II
- Tahun 1996 : PT. Perkebunan Nusantara II (Penggabungan II, Maret 1996).

Setelah pendirian kebun kelapa sawit, Pihak VDM membuat pabrik pengolahan kelapa sawit (PKS) pada tahun 1977. Namun ketika berada di bawah PT. Perkebunan Nusantara telah mengalami perkembangan yang meliputi perbaikan dan penambahan kapasitas oleh dari 15 ton TBS per jam menjadi 30 ton TBS per jam.

Pada tahun 1984 telah didirikan pabrik Fraksionasi yang mengelola *Crude Palm Oil (CPO)* menjadi *Refined Bleached Decoded Palm Oil (RBDPO)* 95 % dan Fattyacid 4 %. Pabrik ini berkapasitas 200 ton per hari tetapi tidak beroperasi lagi. Peningkatan produksi kelapa sawit dilakukan dengan cara memperluas areal tanaman dan peningkatan produksi per satuan pohon.

## 2.2 Struktur Organisasi

Struktur organisasi yang digunakan di Pabrik Kelapa Sawit PT. Perkebunan Nusantara II Kebun Sawit Seberang adalah struktur organisasi garis dan staff. Pimpinan tertinggi dipegang oleh seorang Manajer Kebun dan dibantu oleh seorang Kepala Dinas Teknik/ Pengolahan dan beberapa asisten yang di dalamnya terlihat batasan-batasan tanggung jawab dari setiap bidang pekerjaan tersebut.

Uraian penting tugas dan tanggung jawab mereka masing-masing adalah sebagai berikut :

### 1. Manajer

- Membantu direksi melaksanakan tugas dan kebijaksanaan yang telah digariskan oleh perusahaan
- Mendelegasikan tugas dan tanggung jawab kepada bawahan yang telah diangkat dan mampu melakukan tugas tersebut
- Menilai karyawan dan melakukan mutasi serta mengusulkan promosi karyawan di kebun.

### 2. Kepala Dinas Teknik/ Pengolahan

- Membantu Manajer dalam melakukan tugas dan kebijaksanaan yang telah ditetapkan perusahaan
- Meneliti, memberi petunjuk, dan mengawasi pelaksanaan
- Membawahi asisten Laboratorium, asisten Pengolahan, dan asisten Teknik.

### 3. Asisten Laboratorium

- Meneliti dan mencatat hasil dari pengolahan kelapa sawit

- Menentukan standar mutu dari minyak yang dihasilkan
- Membawahi dan mengawasi pekerjaan mandor Laboratorium dan mandor Sortasi.

#### 4. Asisten Pengolahan

- Mengkoordinasikan dan memberi petunjuk pelaksanaan pengolahan serta Laboratorium
- Mengendalikan proses pengolahan untuk mendapatkan hasil yang sebaik-baiknya
- Mengantisipasi terjadi kerusakan pada alat pengolahan
- Memeberikan arahan dalam menggunakan mesin dan peralatan dari setiap stasiun demi menjaga kualitas dan kuantitas mesin dan peralatan di setiap stasiun.

#### 6. Perwira Pengamanan

- Pengawasan pengamanan informasi serta inventaris perusahaan
- Mendelegasikan tugas kepada para bawahan
- Memberikan informasi kepada atasan.



## BAB III

### TINJAUAN PUSTAKA

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guinensis*) berasal dari Guinea di pesisir Afrika Barat, kemudian ke bagian Afrika lainnya, Asia Tenggara dan Amerika Latin sepanjang garis equator (antara garis lintang utara 15° dan lintang selatan 12°). Kelapa sawit dapat diklasifikasikan atas beberapa varietas antara lain :

1. *Dura*

Cangkangnya tebal, daging buah tipis, intinya besar, dan hasil ekstrasi minyaknya rendah, yaitu 17 – 18 %.

2. *Pisifera*

Tidak mempunyai cangkang, serat tebal mengelilingi inti yang kecil. Jenis ini tidak dikembangkan untuk tujuan komersil.

3. *Tenera*

Suatu hibrida yang berasal dari penyilangan *Dura dan Pisifera*. Cangkangnya tipis, mempunyai cincin dikelilingi biji dan hasil ekstrasi minyaknya tinggi, yaitu berkisar 23 – 26 %.

( Tambun, 2006).

Pengolahan TBS di pabrik kelapa sawit bertujuan untuk memperoleh minyak kelapa sawit yang baik. Proses tersebut berlangsung cukup panjang dan memerlukan kontrol yang cukup cermat, dimulai dari pengangkutan TBS atau brondolan ke pabrik. Sesampai di pabrik, segera dilakukan penimbangan. Penimbangan penting dilakukan untuk memperoleh angka-angka yang terutama berkaitan dengan produksi perkebunan, pembayaran upah para pekerja, penghitungan rendemen minyak kelapa sawit, dan lain-lain. Proses selanjutnya



hingga dihasilkan minyak kelapa sawit dan hasil sampingannya. Pada umumnya ada dua macam hasil olahan utama pengolahan TBS di pabrik, yaitu :

- a. Minyak sawit yang merupakan hasil pengolahan daging buah
- b. Minyak inti sawit yang dihasilkan dari ekstraksi inti sawit

( Tim Penulis, 1998)

Tingkat efektivitas dan efisiensi pengolahan kelapa sawit juga dipengaruhi oleh derajat kematangan buah yang dapat diketahui melalui sortir buah sebelum diolah. Agar proses di PKS dapat berjalan engan efektif dan efesien maka perlu diterapkan standar kematangan buah yang dipanen.

Tabel 3. Derajat kematangan buah yang telah distandarkan

No	Fraksi Buah	Persyaratan	Sifat Fisik	Jumlah Brondolan
1	Fraksi 00 (F-00)	0,00 %	Sangat Mentah	Tidak ada
2	Fraksi 0 (F-0)	< 5,00 %	Mentah	1 – 12,5 % buah luar
3	Fraksi 1 (F-1)	0,00 %	Kurang mentah	12,5 – 25 % buah luar
4	Fraksi 2 (F-2)	> 90,00 %	Matang	25 – 50 % buah luar
5	Fraksi 3 (F-3)	0,00 %	Matang	50 -75 % buah luar
6	Fraksi 4 (F-4)	< 3,00 %	Lewat matang	75 – 100 % buah luar
7	Fraksi 5 (F-5)	< 2,00 %	Terlalu matang	Buah dalam ikut membrondol
8	Brondolan	9,50 %		
9	Tandan kosong	0,00 %		
10	Panjang tangkai TBS	< 2,5 cm		

(Pahan, 2007).

Sebagai sebuah unit produksi, pabrik kelapa sawit memerlukan sumber energi untuk menggerakkan mesin-mesin dan peralatan lain yang memerlukan tenaga dalam jumlah yang besar. Kebutuhan energi dipasok dari dua sumber, yaitu ketel uap (*boiler*) yang menghasilkan tenaga uap dan diesel genset. Pada pabrik kelapa sawit, tenaga uap yang dihasilkan oleh *boiler* pertama-tama dikonversikan menjadi energi listrik melalui turbin. Kemudian uap keluaran dari turbin

ditampung dalam sebuah bejana tekan dan dimanfaatkan untuk proses perebusan buah dan keperluan proses pengolahan seperti pemanasan minyak, *sludge*, *kernel* dan lain-lain. Diesel genset merupakan tenaga pembantu yang digunakan saat pabrik akan mulai beroperasi atau pada saat tidak beroperasi (Hamsi, 2000).

Penebahan adalah untuk melepaskan buah dan kelopak (*calyx*) dari tandan yang sudah direbus. Penebah adalah suatu alat berbentuk teromol mendatar yang sedikit miring dengan kisi-kisi yang bercelah sedikit lebih besar daripada ukuran berondolan. Teromol berputar dengan putaran sedemikian sehingga tandan akan mengalami gaya sentrifugal yang cukup untuk mengangkat sampai titik tertinggi pada dinding teromol, biasanya kecepatan putaran 22 rpm. Tandan setelah terjatuh kembali (terbanting) akan melepaskan buahnya, demikian terjadi berkali-kali sampai tandan kosong akhirnya terlempar dari ujung teromol (Mangoensoekarjo dan Semangun, 2005).

Penjernihan minyak (klarifikasi) dimaksudkan untuk memisahkan *crude oil* dari kotoran-kotoran yang masih terdapat pada minyak yang baru dipress serta menurunkan kandungan air di dalam minyak. Klarifikasi dimulai dengan mengalirkan minyak hasil pengepresan ke *vibrating screen* yang sebelumnya dicampur dengan uap dan air panas. Hal ini dilakukan untuk mempermudah pemisahan minyak dari kotoran-kotoran (Sitinjak, 1992).

Berdasarkan lokasi pembentuknya, limbah hasil perkebunan kelapa sawit dapat digolongkan menjadi dua kelompok, yakni :

1. Limbah lapangan merupakan sisa tanaman yang ditinggalkan waktu panen, peremajaan, atau pembukaan areal perkebunan baru. Contoh limbah lapangan adalah kayu, ranting, daun, pelepah, dan gulma hasil penyiangan kebun.

Setiap pembukaan perkebunan baru dihasilkan kayu tebangan hutan antara 40 – 50 m<sup>3</sup>/tahun. Satu hektar tanaman kelapa sawit akan menghasilkan limbah pelepah daun sebanyak 10,40 ton bobot kering dalam setahun.

2. Limbah pengolahan merupakan hasil ikutan yang terbawa pada waktu panen hasil utama dan kemudian dipisahkan dari produk utama waktu proses pengolahan. Menurut penggunaannya, limbah pengolahan terdiri dari tiga kategori sebagai berikut:

- a. Limbah yang diolah menjadi produk lain karena memiliki arti ekonomi yang besar seperti inti sawit.
- b. Limbah yang didaur ulang untuk menghasilkan energi dalam pengolahan dan pupuk, misalnya tandan kosong, cangkang, dan serat (sabut) buah sawit.
- c. Limbah yang dibuang sebagai sampah pengolahan. Contoh limbah jenis ini menurut wujudnya adalah sebagai berikut :
  - 1). Bahan padat, yaitu lumpur dari decanter pada pengolahan buah sawit.
  - 2). Bahan cair, yaitu limbah cair pabrik kelapa sawit dan air cucian.
  - 3). Bahan gas, yaitu gas cerobong dan uap air buangan pabrik kelapa sawit

( Said, 1996).

Untuk menentukan apakah mutu minyak itu termasuk baik atau tidak diperlukan standard mutu. Ada beberapa faktor yang menentukan standard mutu yaitu kandungan air dan kotoran minyak, kandungan asam lemak bebas ( ALB), serta warna dan bilangan peroksida. Mutu minyak kelapa sawit yang baik



mempunyai kadar air kurang dari 0,1% dan kadar kotoran lebih kecil dari 0,01%. Kandungan asam lemak bebas diusahakan sampai serendah mungkin (sekitar 2%), bebas dari warna merah dan kuning (harus berwarna pucat), tidak berwarna hijau, jernih dari kandungan logam serta bebas dari ion logam (Pasaribu, 2004).

Kelapa sawit biasanya mulai berbuah pada umur 3 – 4 tahun dan buahnya menjadi masak 5 – 6 bulan setelah penyerbukan. Proses pemasakan buah kelapa sawit dapat dilihat dari perubahan warna kulit buahnya, dari hijau pada buah muda menjadi merah jingga waktu buah telah masak. Pada saat itu, kandungan minyak pada daging buahnya telah maksimal. Jika terlalu matang, buah kelapa sawit akan lepas dari tangkai tandannya. Hal ini disebut dengan istilah membrondol (Penebar Swadaya, 2001).

Pengangkutan tandan buah dapat dibagi atas dua bagian yaitu :

1. Pengangkutan dari pohon yang dipanen ke tempat pengumpulan hasil (TPH)
2. Pengangkutan dari TPH ke pabrik kelapa sawit

Pengangkutan dari pohon ke TPH merupakan tugas permanen atau tim pemanen, sedang pengangkutan dari TPH ke pabrik dilakukan oleh petugas transport (Sunarko, 2007).

Agar mutu buah yang telah dipanen dan diletakkan di TPH tidak berubah hendaknya segera diangkut ke pabrik. Tandan yang dibiarkan di atas truk seperti yang terjadi pada daerah pengembangan akan merusak mutu. Tandan buah sawit yang diterima pabrik hendaknya memenuhi persyaratan bahan baku yaitu tidak menimbulkan kesulitan dalam proses ekstraksi minyak dan inti sawit, sebelum buah diolah perlu dilakukan sortasi dengan penimbunan di *loading ramp* (Risza, 1994).

## BAB IV

### PROSES PENGOLAHAN MINYAK DAN INTI SAWIT

Secara umum, proses pengolahan kelapa sawit menjadi CPO (*crude palm oil*) dan inti sawit (*palm kernel*) dapat dibagi menjadi 6 tahapan (stasiun) yaitu :

1. Stasiun Penerimaan Buah (*Fruit Station*)
2. Stasiun Perebusan (*Sterilizing Station*)
3. Stasiun Penebahan (*Thresher Station*)
4. Stasiun Kempa (*Press Station*)
5. Stasiun Klarifikasi Minyak (*Clarification Station*)
6. Stasiun Pengolahan Biji (*Nut Cracking Station*)

Sementara stasiun pendukung berfungsi sebagai berikut:

- Pembangkit tenaga (*power plant*)
- Laboratorium
- Pengolahan air (*water treatment*)
- Pengolahan air limbah
- Bengkel (*workshop*)

#### 4.1 STASIUN UTAMA

##### 4.1.1 Stasiun Penerimaan Buah (*Fruit Station*)

###### Jembatan Timbang

Tandan Buah Segar (TBS) yang masuk ke pabrik terlebih dahulu ditimbang di Jembatan Timbang (*Weight Bridge*). Jembatan timbang merupakan alat ukur berat yang berfungsi untuk menimbang dan mengetahui jumlah berat TBS yang diterima pabrik.

Penimbangan dilakukan dengan menimbang truk bersama TBS (berat bruto) kemudian TBS dikeluarkan dari truk dan ditempatkan di *Loading Ramp* lalu truk ditimbang lagi dalam keadaan kosong tanpa pengemudi (berat tarra). Selisih antara bruto dan tarra merupakan berat netto TBS. Sedangkan untuk tandan kosong (tankos) penimbangan dilakukan dengan menimbang truk kosong terlebih dahulu kemudian truk yang telah berisi tankos ditimbang kembali. Selisih antara kedua penimbangan tersebut merupakan berat tankos.

### **Loading Ramp**

TBS yang telah disortasi dimasukkan ke *hopper*. *Hopper* adalah bagian dari *loading ramp* yang berfungsi sebagai tempat penampungan sementara TBS sebelum masuk ke dalam lori rebusan. Loading ramp yang dimiliki PKS Sawit Seberang mempunyai 12 *hopper* dengan kapasitas masing-masing hopper 8-10 ton. Penimbunan buah kelapa sawit yang telah ditimbang dibawa ke loading ramp untuk disalurkan ke tiap-tiap pintu dari loading ramp lalu dimasukkan ke dalam lori yang mempunyai kapasitas 2,3 – 2,4 ton yang dilanjutkan ke stasiun perebusan dengan menggunakan *transpher carry* dan *cup standart*.



Gambar 1. *loading ramp*



#### 4.1.2 Stasiun Perebusan (*Sterilizer*)

Stasiun *sterilizer* merupakan stasiun untuk merebus TBS yang bertujuan untuk mempermudah lepasnya brondolan dan memudahkan minyak sawit keluar dari daging buah (*pericarp*). Lori-lori berisi TBS dikirim ke stasiun rebusan dengan cara ditarik menggunakan *capstand* yang digerakkan oleh motor listrik hingga memasuki sterilizer. *Sterilizer* yang digunakan yaitu bejana tekan horizontal dengan kapasitas penampung lori 11 per unit. *Sterilizer* di PKS ini ada tiga unit. TBS dipanaskan dengan uap 120-130°C dan tekanan 2,8-3,0 kg/cm<sup>2</sup> selama 105-120 menit. Proses perebusan dilakukan secara bertahap dalam tiga puncak tekanan agar diperoleh hasil yang optimal. Tujuan perebusan adalah:

- Menghentikan perkembangan asam lemak bebas (ALB)
- Memudahkan pelepasan brondolan
- Penyempurnaan dalam pengolahan
- Penyempurnaan dalam proses pengolahan inti sawit
- Mengurangi kadar air dalam buah.

Di PKS PTPN II Sawit Seberang sistem perebusannya menggunakan sistem *triple peak*.



Gambar 2. *ketel rebusan*

#### 4.1.3 Stasiun Penebahan (*Thresing*)

Stasiun penebahan adalah stasiun pemisahan berondolan dengan janjang kosong yang bertujuan untuk melepaskan seluruh berondolan dari janjang secara maksimal sehingga kehilangan brondolan dalam janjang dapat dikurangi.

Pada prinsipnya kegiatan pemisahan brondolan ada 3 bagian operasi, yaitu:

- a. Penuangan umpan melalui hoisting crane ke hopper dan auto feeder
- b. Pemisahan brondolan dari tandannya menggunakan thresher
- c. Pengangkutan material yang dipisahkan yakni berondolan ke digester dan tandan kosong ke *empty bunch hopper*.

TBS berikut lori yang telah direbus dikirim ke bagian penebahan buah dan dituangkan ke *hopper* dengan bantuan *hoisting crane*. *Thresher* dilengkapi dengan *autofeeder* yang mengumpan buah secara teratur kedalam *thresher*. Proses penebahan buah terjadi akibat tromol berputar pada sumbu mendatar yang membawa TBS ikut berputar sehingga membanting-banting TBS tersebut dan menyebabkan brondolan lepas dari tandannya. Penebahan berputar dengan kecepatan 23 rpm. Dengan kecepatan ini TBS akan terangkat ke puncak lintasan kemudian akan terjatuh oleh gaya gravitasi yang membentur kisi-kisi penebah. Dengan demikian brondolan akan lepas dari tandannya. Dan kisi-kisi akan keluar brondolan. Brondolan yang keluar dari bagian bawah *thresher* ditampung oleh sebuah *screw conveyor* untuk dikirim ke bagian *digester* dan *press-an*. Sementara tandan (janjang) yang kosong yang keluar dari bagian belakang *thresher* di bawa oleh *empty bunch conveyor*. Kemudian, hasil tersebut dikirim ke *bunch hooper* untuk dibuang ke sawit sebagai mulsa atau limbah padat.

### ***Hoisting Crane***

Setelah buah dalam rebusan matang maka lori ditarik keluar menuju landasan *hoisting crane*, kemudian diangkat dan dituang kedalam *hopper* dan kemudian dijalankan dengan *auto feeder* dengan menggunakan *hoisting crane* lalu menurunkan lori kosong ke posisi rel semula menuju pintu *loading ramp*.

Hal yang perlu diperhatikan dalam pengoperasiannya adalah sewaktu *hoisting crane* sedang dalam keadaan mengangkat dan menurunkan lori rebusan maka pekerja dilarang berjalan dibawah *hoisting crane*. Pada PKS PTPN II Sawit Seberang memiliki 2 unit *hoisting crane* dengan kapasitas angkut 2,5-3,0 ton.



Gambar 3. *hoisting crane*

### ***Hopper***

*Hopper* merupakan tempat untuk menampung buah yang sudah direbus, untuk selanjutnya dijalankan dengan menggunakan *automatic feeder*. Kapasitasnya 4-5 lori buah masak. Pada saat pengisian, buah jangan samapai penuh atau terlalu padat sehingga buah tidak tersendat saat dijalankan oleh *automatic feeder*.

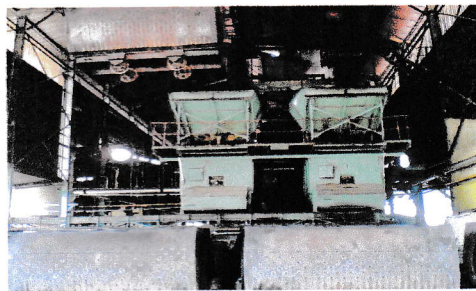
### ***Automatic Feeder***

Buah yang diangkut dengan *hoisting crane* dituang dalam *auto feeder* yang merupakan wadah sementara penampungan jangjang buah sebelum dibawa ke

*thresher*, yang bergerak perlahan sehingga buah dapat jatuh ke bawah menuju *thresher*.

### ***Thresher***

*Thresher* merupakan alat yang berfungsi untuk melepaskan brondolan dari janjang buah dengan cara bantingan. Buah dari *auto feeder* dimasukkan kedalam *thresher* drum yang berputar dengan bantuan kisi-kisi yang ada di dalam drum, buah terangkat dan jatuh terbanting dengan bantuan kisi-kisi yang ada didalam janjang. Alat ini memiliki kisi-kisi yang berputar dengan kecepatan 22-24 rpm, diameter sekitar 2,1 m dan panjang 4 - 5 m. Pada PKS PTPN II Sawit Seberang terdapat 2 unit *thresher*.



Gambar 4. *thresher*

### ***Empty Bunch Conveyor***

*Empty bunch conveyor* berfungsi untuk membawa janjang kosong dari *thresher* menuju *empty bunch hopper*.

### ***Fruit Conveyor***

*Fruit conveyor* merupakan alat yang berada dibawah alat *thresher* yang berfungsi untuk menampung buah hasil *thresher* yang kemudian disalurkan ke *fruit elevator*. Alat ini berupa pisau ulir yang digerakkan dengan motor sehingga buah dapat bergerak mengalir ke *fruit elevator*.



### ***Fruit Elevator***

*Fruit elevator* merupakan alat yang digunakan untuk mengangkat buah dari *fruit conveyor* ke *distributing conveyor* untuk selanjutnya dimasukkan ke dalam *digester*. Alat ini berupa timba-timba yang dilekatkan dengan rantai dan digerakkan oleh motor sehingga timba-timba tersebut dapat naik keatas.

### ***Distributing Conveyor***

Merupakan alat yang digunakan untuk menyalurkan buah dari *fruit elevator* kedalam alat *digester*.

#### **4.1.4 Stasiun Pencacahan (*Digester*) dan Pengepresan (*Presser*)**

Pada proses ini brondolan yang telah lepas dari tandannya diangkut oleh konveyor buah menuju ketel adukan (*Digester*). Di dalam *digester* brondolan dihancurkan agar daging buah terpisah dari inti. Proses pelumatan dapat berlangsung dengan baik bila isi *digester* selalu dipertahankan penuh atau tidak kurang dari  $\frac{3}{4}$  dari muatan *digester*. Brondolan yang masuk dalam *digester* diproses setiap 15 menit. Suhu yang digunakan dalam *digester* harus selalu dipertahankan pada 100-110°C.

Alat yang digunakan untuk pencacahan berupa sebuah tangki vertikal yang dilengkapi dengan lengan-lengan atau pisau-pisau pencacah di bagian dalamnya. PISAunya terdiri dari dua sisi untuk mencincang dan menekan brondolan. Tujuan dari proses ini adalah untuk melumatkan daging buah sehingga minyak dengan mudah dapat dipisahkan dari daging buah. Hasil dari pencacahan akan masuk ke pengepresan yang terletak di bawah *digester*. Alat pengepresan adalah *screw press* untuk memisahkan minyak dari daging buah. Proses ini terjadi akibat putaran *screw* yang mendesak bubur buah, sementara dari arah yang berlawanan

akan tertahan oleh *cone*. Minyak akan keluar dari dinding-dinding *presser* yang berlobang. Kadar minyak dalam ampas *press* 5-6%.

Pengempa (press) dipakai untuk memisahkan minyak kasar (*crude oil*) dari daging buah. Alat ini terdiri dari sebuah selinder (*press cylinder*) yang berlubang-lubang dan didalamnya terdapat dua buah ulur (*screw*) yang berputar berlawanan arah. Tekanan pada kempa diatur oleh dua buah konus (*cones*) yang berada pada bagian ujung pengempa, yang dapat digerakkan maju mundur secara hidrolik.

Keuntungan dari metode *screw press*:

- Kapasitas press cukup tinggi (10 – 15 ton/jam).
- Ekstraksi yang maksimal, sehingga lossis minyak bisa diminimalkan.
- Daya yang digunakan cukup rendah.
- Pemisahan yang digunakan cukup rendah.

Kerugian :

- Presentasi nut pecah 10%.
- Sulitnya pengadaan *crude oil* untuk pemurnian di stasiun klarifikasi sehingga membutuhkan peralatan *centrifuge* untuk mengurangi lossis minyak pada *sludge* buangan pabrik.

Minyak hasil pengepresan akan disalurkan melalui *oil gutter* dari press ke *sand trap tank* sebelum masuk ke dalam *vibrating screen/vibro separator* yang bertujuan untuk mengurangi pasir yang masuk kedalam *crude oil tank*.



Gambar 5. *digester dan pressan*



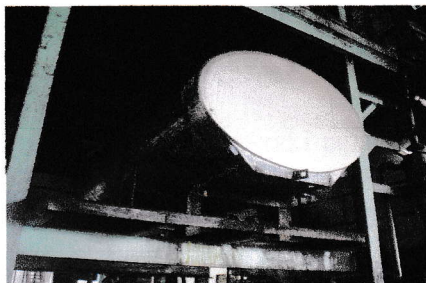
#### 4.1.5 Stasiun Penjernihan Minyak (*Clarification*)

Stasiun pemisah minyak adalah stasiun terakhir untuk pengolahan minyak menjadi CPO. Minyak kasar hasil pengempaan dikirim ke stasiun ini untuk diproses lebih lanjut. Proses pemisahan minyak, air, dan kotoran dilakukan dengan system pengendapan, sentrifusi dan penguapan.

Minyak kasar yang diperoleh dari hasil pengempaan perlu dibersihkan dari kotoran, baik yang berupa padatan (*solid*), lumpur (*sludge*), maupun air. Tujuan dari pemurnian/pembersihan minyak kasar yaitu agar diperoleh minyak dengan kualitas sebaik mungkin dan dapat dipasarkan dengan harga yang layak.

##### **Tangki Pemisah Minyak (*sand trap tank*)**

Tangki ini digunakan untuk memisahkan pasir daari cairan minyak kasar yang berasal dari *screw press*. Untuk memudahkan pengendapan pasir, cairan minyak kasar harus cukup panas yang diperoleh dari pemanasan pipa spiral.



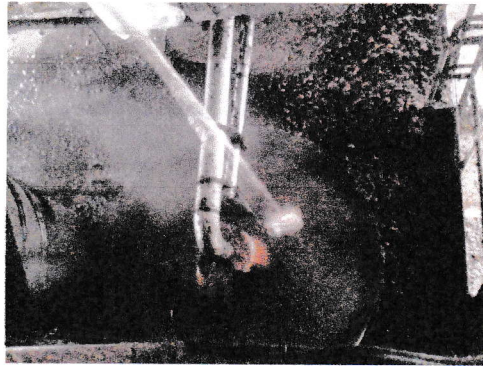
Gambar 6. Tangki pemisah minyak

##### **Saringan Getar (*Vibrating Screen*).**

Saringan ini digunakan untuk memisahkan benda-benda padat yang terikut pada minyak kasar. Benda-benda padat berupa ampas (serat), pasir halus. Cairan minyak ditampung dalam *Crude Oil Tank*.

Alat ini berupa saringan yang bergetar dimana saringan memiliki ukuran 60 dan 40 mesh. Fungsi alat ini adalah untuk menyaring serabut dan kotoran lain

yang terikut dalam minyak kasar dari sand trap tank. Pada *vibrating screen* akan dihasilkan minyak dan kotoran. Minyak yang tersaring akan menuju ke *crude oil tank* di bagian bawahnya.



Gambar 7. *vibrating screen*

#### ***Crude Oil Tank.***

Tangki ini adalah tempat penampungan yang telah disaring di *vibro separator*. Untuk menjaga suhu agar cairan tetap diberikan penambahan panas dengan menginjeksikan uap. Minyak dalam tangki ini selanjutnya dipompakan kedalam VCT. Tangki ini berguna sebagai tempat penyimpanan sementara minyak hasil olahan *vibro separator*. Di tangki penampung di COT dipanaskan hingga mencapai suhu 95-115°C. Menaikkan temperatur minyak kasar sangat penting artinya, yaitu untuk memperbesar perbedaan berat jenis (BJ) antara minyak, air, dan *sludge* sehingga sangat membantu dalam proses pengendapan. Selanjutnya, minyak dari COT dikirim ke tangki pengendapan *veertical continous tank* (VCT).



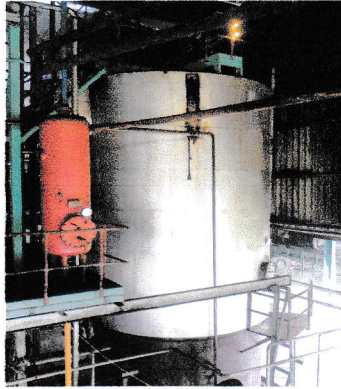
Gambar 8. crude oil tank

### **VCT (*Vertical Continous Tank*).**

Dalam tangki ini pemisahan minyak dengan sludge secara pengendapan. Untuk mempermudah pemisahan, suhu tetap dijaga konstan antara 90-95<sup>0</sup>C. dengan system pemanasan injeksi yang dilakukan pada awal pemanasan dan pipa spiral untuk mempertahankan suhu tangki. Hasil pemisahan pada tangki ada 2 jeis yaitu minyak dan lumpur. Minyak dialirkan pada *Oil Tank* sedangkan lumpur dialirkan ke dalam sludge tank. Di dalam alat ini terdapat alat pengaduk yang berfungsi agar campuran minyak dan lumpur yang masih terikat menjadi terpisah antara minyak dan lumpur. Minyak dengan berat jenis yang lebih rendah akan naik ke permukaan sedangkan lumpur akan mengendap didasar tangki. Ketebalan minyak terpisah dari permukaan sebesar 30-50cm. hal ini dilakukan agar minyak yang dihasilkan tidak mengandung lumpur dan air. Alat untuk mengutip minyak dari VCT adalah *Skimmer*.

Di VCT terjadi proses pemisahan minyak kasar menjadi minyak dan *sludge* dengan cara pengendapan. Minyak dari VCT selanjutnya dikirim ke *oil tank* sedangkan sludge dikirim ke *sludge tank*. *Sludge tank* merupakan fase campuran yang masih mengandung minyak. *Sludge* diolah kembali untuk mengutip minyak yang masih terkandung di dalamnya.





Gambar 9. *vertical continuous tank*

### ***Oil Tank***

*Oil tank* berfungsi sebagai penampung sementara minyak murni hasil pemisahan di *vertical continuous tank*, memanaskan minyak sebelum masuk ke *oil purifier* dan juga sebagai pengendapan kotoran. Tangki ini berbentuk selinder dengan kerucut di bagian bawahnya serta dilengkapi dengan *body isolasi*. Temperatur minyak dalam tanki 90-95°C.

Panas yang ada menyebabkan air dan kotoran yang terikut dari *vertical continuous tank* akan turun kelapisan bawah. Kotoran dan air ini di *blow down* dan ditampung di *sludge drain tank* untuk diproses kembali.

Minyak dari *oil tank* masih mengandung kadar air  $\pm 0,6\%$  dan sejumlah kotoran akan dialirkan ke *oil purifier*.



Gambar 10. *oil tank*



### ***Oil Purifier***

*Oil purifier* merupakan alat yang berfungsi untuk mengurangi kadar kotoran yang terdapat dalam minyak sehingga minyak bersih dan sesuai dengan standart yang diinginkan. Prinsip kerja *oil purifier* berdasarkan berat jenis dan gaya sentrifugal.

Akibat adanya gaya sentrifugal maka minyak yang memiliki berat jenis lebih kecil akan bergerak kearah poros dan terdorong keatas. Oleh karena adanya takanan pompa dari *purifier* maka minyak tersebut akan naik ke atas menuju *float tank* untuk selanjutnya masuk kedalam *vacum dryer*, sedangkan kotoran yang berat jenisnya lebih besar akan terdorong kearah dinding *cowl* dan dikeluarkan dengan cara pencucian. Minyak dari *oil purifier* masih mengandung kadar air 0,2-0,3 %.



Gambar 11. *oil purifier*

### ***Float Tank***

*Float tank* berfungsi untuk menjaga minyak masuk kedalam tangki *vacum dryer* agar udara luar tidak ikut masuk kedalam *vacum dryer*.



Gambar 12. *float tank*

### *Vacum Dryer*

*Vacum dryer* berfungsi untuk mengurangi kadar air yang terdapat pada minyak yaitu dengan cara penguapan hampa. *Vacum dryer* berbentuk tabung selinder dengan tekanan 0,8-1,0 kg/cm. *Vacum dryer* dilengkapi dengan *nozzle* penyemprot, gelas penduga dan katup apu, pengontrol level CPO dari bahan *stainless steel*.

Prinsip kerja dari *vacum dryer* yakni pengurangan kadar air dari minyak, dengan penggunaan *vacum* diharapkan air menguap tidak dalam suhu tinggi 100°C, melainkan dibawah 100°C berkisar 65 – 70°C. Jika suhu mencapai 100°C lebih maka minyak akan mengalami kerusakan seperti hilangnya nilai DOBI dan betakaroten.



Gambar 13. *vacuum dryer*

### ***Oil Transfer Tank***

*Oil transfer tank* merupakan tangki penyimpanan sementara *crude oil* murni sebelum disalurkan ke dalam *storage tank*. Di tangki ini suhu dijaga dengan kisaran 50-55°C untuk menjaga kualitas minyak.



Gambar 14. *oil transfer tank*

### ***Storage Tank***

Minyak murni yang telah dihasilkan kemudian disimpan di dalam *storage tank* untuk ditimbun dan selanjutnya dipasarkan. Suhu didalam *storage tank* dijaga pada suhu 50-55°C untuk menjaga kualitas dan mutu minyak.



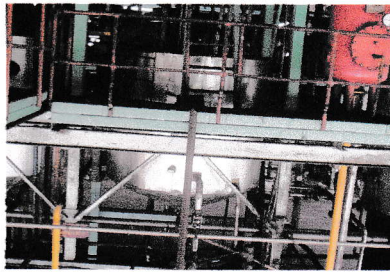
Gambar 15. *storage tank*

### ***Sludge Tank***

Tangki ini dipergunakan untuk menampung lumpur dari hasil pemisahan minyak di tangki pemisahan. Lumpur ini mengandung minyak 7 – 9%. Pemanasan dalam alat ini dilakukan dengan system injeksi uap dan suhu cairan

dalam tangki perlu dijaga karena akan mempengaruhi persentase NOS dalam sludge. Oleh karena itu harus dilakukan Spui (blowdown ) secara rutin.

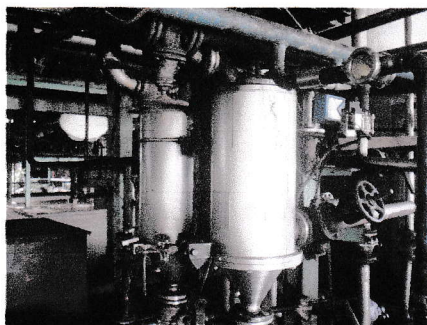
Lumpur yang masih terdapat minyak pada alat *vertical continous tank* kemudian dialirkan ke dalam *sludge tank*. Tangki ini berbentuk selinder dengan bentuk kerucut dibagian bawahnya. *Sludger* dari *sludge tank* ini kemudian dialirkan menuju *brush strainer* untuk disaring dari kotoran .



Gambar 16. *sludge tank*

### ***Brush Strainer***

Alat ini berfungsi untuk menyaring kotoran-kotaran dan lumpur yang terdapat di dalam minyak. Alat ini berbentuk selinder yang bagian dalamnya terdapat penyikat yang terbuat dari kawat saling yang halus dan kemudian penyikat ini diputar sehingga lumpur dapat tersaring di penyikat. Minyak yang keluar dari alat ini kemudian disaring kembali dalam alat *precleaner*.



Gambar 17. *brush strainer*



## ***Sludge Separator***

*Sludge separator* adalah alat untuk memisahkan minyak yang masih tercampur oleh lumpur dengan gaya sentrifugal dan perbedaan berat jenis.

Hal-hal penting yang harus diperhatikan operasionalnya sebagai berikut :

- a. Untuk proses pengolahan minyak sawit yang kandungan pasirnya cukup tinggi, maka *sand cyclone* mutlak dipakai sebelum *sludge* diolah pada *sludge separator*
- b. Mencoba memakai ukuran diameter *paring disc* yang lebih kecil, dan bila perlu dapat diperkecil hingga sesuai yang dikehendaki
- c. Perhatikan suhu cairan yang akan diolah serta suhu *balance water* (suhu  $>90^{\circ}\text{C}$ ) untuk mencapai hasil yang optimal.

Minyak yang didapat dari *sludge separator* ini akan dialirkan kedalam *reclaim tank*, dan lumpur yang didapat akan dialirkan kedalam *sludge fit*.



Gambar 18. *sludge separator*

## ***Recovery Tank***

Lumpur yang berasal dari *sludge fit* kemudian masuk kedalam *recovery tank*. Pada *recovery tank* ini lumpur yang masih mengandung minyak dipisahkan

berdasarkan berat jenis dan gaya gravitasi. Suhu dari *recovery tank* ini berkisar 90-95°C.

Jika masih terdapat minyak, maka minyak tersebut kemudian dialirkan ke dalam *vertical continous tank* atau *crude oil tank* untuk dimurnikan kembali. Lumpur yang sedikit mengandung minyak dialirkan ke dalam *fat fit*.



Gambar 19. *recovery tank*

### ***Fat Fit***

*Fat fit* merupakan tempat penampungan lumpur hasil pengolahan untuk didiamkan sementara barangkali masih terdapat minyak. Minyak yang didapat dari *fat fit* akan disalurkan ke *vertical continous tank* atau *crude oil tank* untuk dimurnikan kembali. *Fat fit* berupa bak-bak tempat penampungan lumpur.



Gambar 20. *fat fit*

### ***Effluent Treatment***

Lumpur yang tidak terdapat lagi minyaknya kemudian dialirkan ke *effluent treatment* untuk diolah sehingga limbah tidak mencemari lingkungan ketika dibuang.

#### **4.1.6 Stasiun Pemisahan Inti dan Biji (*Nut Cracking Station*)**

Stasiun pengolahan biji adalah stasiun untuk memperoleh inti sawit. Biji dari pemisahan biji dan ampas (*depericarper*) dikirim ke stasiun ini untuk dipecah, dipisahkan antara inti dan cangkang. Inti dikeringkan sampai batas yang ditentukan dan cangkang dikirim ke pusat pembangkit tenaga sebagai bahan bakar.

Proses pemisahan biji-serabut dari ampas pengempaan bertujuan untuk memperoleh biji sebersih mungkin. Kemudian dari biji tersebut harus menghasilkan yang rasional, yaitu kerugian yang sekecil-kecilnya dengan hasil inti yang setinggi-tingginya.

Ampas *press* yang keluar dari screw press terdiri dari serat dan biji yang mengandung air yang tinggi dan berbentuk gumpalan. Oleh sebab itu perlu dipecah dengan alat pemecah ampas yang disebut *cake breaker conveyor* (CBC). Alat ini berperan memecah gumpalan ampas dan mengangkutnya ke kolom *fibre cyclon*. Untuk mempermudah pemecahan gumpalan dan mempersiapkan ampas yang sesuai dengan persyaratan bahan bakar, maka dilakukan pemanasan CBC yang dilengkapi dengan pemanas pada mantel sehingga kadar air ampas menurun dan mudah diproses lebih lanjut pada *depericarper*. Ampas *press* yang terlalu basah akibat pengempaan yang tidak sempurna dapat menyebabkan kerusakan alat CBC yaitu sering patah as dan juga mempersulit pemisahan serat dan biji yang dapat mengurangi pengadaan bahan bakar. Semakin tinggi kadar air dalam serat



akan mengakibatkan kalor bakar yang rendah dan berakibat langsung pada pencarian tekanan kerja dan kapasitas uap yang dihasilkan boiler.

Alat *depericarper* berbentuk drum berputar yang dilengkapi dengan sekat-sekat (*buffels*) dan alat penghisap (*blower*). Ampas yaitu campuran biji dan serat disemprotkan ke alat pemisah (semprotan) dengan udara pengering yang panas. Di dalam berputar, ampas akan dipecah atau diseratkan sehingga biji akan dilepas dari ikatan atau lingkungan serat. Serat yang lebih ringan dari biji akan dihisap udara berputar (*air cyclone suction*) dengan suatu blower dan keluar dari alat separator seperti dihembuskan (*cyclone*). Biji dan serat diangkut udara dalam bentuk pusingan udara. Biji yang terpisah dari serat akan keluar dari ujung tromol dan jatuh ke alat penampung bij, lalu diteruskan ke pengeringan (*silodryer*) biji, sedang serat ditampung pada penampungan serat untuk diangkut ke ketel uap untuk dipergunakan sebagai bahan bakar. Pemakaian udara panas dimaksudkan agar ampas semakin kering sehingga perbedaan berat serat dan biji semakin besar. Dengan demikian serat akan semakin ringan dan mudah dihisap oleh udara berputar (*cyclone*)



Gambar 22. *cake breaker conveyor*

*Polishing drum* berfungsi untuk membersihkan serabut-serabut halus yang masih menempel/melekat di biji. Di dalam *polishing drum* ada lubang-lubang



reportasi yang halus dan kasar. Lubang yang halus untuk membuang inti yang pecah dari *press*, dan lubang yang kasar menjatuhkan noten ke *conveyor noten* melalui alat *deatoner coloum* ke silo biji. Di bagian drum yang tidak berlubang dilengkapi dengan plat besi yang dibuat miring  $25^{\circ}\text{C}$  yang berfungsi untuk mengarahkan biji agar sewaktu berputar menuju drum yang berlubang kecil dan besar. Putaran polshing tromol 18 rpm.

*Nut Silo* berfungsi sebagai tempat pemeraman biji. Biji yang telah keluar dari *depericarper* perlu diperam agar lebih mudah dipecah dan *kernel* lekang dari cangkang. Lapisan biji dalam alat umumnya terdiri dari tiga tingkat suhu yang berbeda. Kibat proses pengeringan ini, inti sawit akan mengerut sehingga memudahkan pemisahan inti sawit dari tempurungnya.

Inti sawit yang keluar dari alat pemisah inti masih sangat tinggi airnya, sehingga inti ini perlu dikeringkan supaya kadar air inti sekitar 6-7 %. Pada kadar ini asam lemak bebas (ALB) dari minyak inti tidak cepat meningkat selama penyimpanan dan pengangkutan inti dilakukan. Inti yang keluar dari *hydrocyclone* sebelum masuk ke pengering (*silo*) inti (*kernel*) terlebih dahulu diayak. Maksud pengayakan adalah untuk membebaskan kotoran atau serabut yang masih melekat pada inti (*kernel*). Pengeringan *kernel* sawit dilakukan secara bertingkat. Suhu pada *kernel silo* adalah  $50^{\circ}\text{C}$  pada bagian atas,  $60^{\circ}\text{C}$  pada bagian tengah dan  $70^{\circ}\text{C}$  pada bagian bawah. Pengeringan dilakukan dengan menggunakan udara panas yang berasal dari *heater*.

Kadar air inti yang baik dihasilkan (yang keluar dari *kernel silo*) 7%. Kalau kadar air inti terlalu rendah menyebabkan inti berubah warna terlalu besar. Dan jika kadar air inti terlalu tinggi maka inti akan banyak berjamur, kadar ALB

dari minyak inti tinggi dan kadar minyak yang diperoleh rendah. Lama pengeringan dengan memakai *heater*  $\pm$  12 jam.

Ampas pressan atau *press cake* yang terdiri dari campuran biji dan ampas dari hasil pengempaan dibawa ke alat pemisah serat dan biji dengan menggunakan *cake breaker conveyor*. Gumpalan ampas pengempaan dipecah dengan *cake breaker conveyor*. Alat pemisah serat dan biji ialah menggunakan *depericarper*. Metode pemisahan serat dengan biji adalah dengan metode *pneumatic*, yaitu dengan menggunakan tarikan atau hisapan udara pada sebuah kolom pemisah. Ampas pengempaan dijatuhkan dari bagian samping atas kolom pemisah. Sementara dari bagian tengah atas, diberi hisapan udara yang berasal dari *fan*. Pemisahan terjadi akibat adanya perbedaan berat antara dua jenis bahan yang akan dipisahkan (biji dan serabut). Bahan yang lebih ringan (serabut) akan tertarik ke atas, sedangkan biji akan jatuh ke bawah. Biji yang jatuh ke bawah langsung memasuki *nut polishing drum* (tromol pembersih biji) untuk membersihkan sisa-sisa serabut yang masih menempel pada biji. Selanjutnya biji yang telah dibersihkan ditampung dan dikeringkan di *nut silo*.

Biji bersih yang ditampung di *nut silo* dibiarkan beberapa lama untuk menjalani proses pengeringan dan penguapan kandungan air sehingga hubungan inti dan cangkang akan leang. Disamping penguapan, biji dalam *nut silo* juga mengalami fermentasi sehingga serabut yang menempel pada biji akan mengalami pelapukan.

Biji yang telah kering selanjutnya di bawa dengan elevator ke *nut grading* (tromol pemisah biji) untuk dipisahkan atas fraksi besar, sedang, dan kecil. Tujuan pemisahan biji yaitu untuk memperoleh efisiensi pemecahan biji yang optimal,

dimana alat pemecah biji telah di set untuk memecahkan biji dengan ukuran tertentu.

Biji selanjutnya diumpankan ke alat pemecah biji model rotor horizontal (*ripple mill*). Pada alat ini terdapat sejumlah alur penampang berbentuk V pada sisi luar lingkaran rotornya, searah sumbunya, sehingga membentuk roda gigi yang tebal dalam suatu selubung yang dilengkapi dengan batangan-batangan melintang (*ripple bar*) sebagai *stator*nya sedikit di luar gerigi rotor tersebut. Ketika diumpankan, biji akan mengisi alur-alur dan sewaktu rotor berputar, bagian biji yang mencuat diluar akan tertekan atau terjepit oleh *ripple bar* lalu pecah karena tekanan yang di alaminya.

Campuran pecahan terdiri atas cangkang, inti, dan biji tak pecah untuk selanjutnya dipisahkan. Ada dua metode pemisahan inti dan cangkang, yaitu metode kering dan metode basah. Metode kering dengan menggunakan *light tenera dust separator* (LTDS), sedangkan metode basah menggunakan *clay bath*. Pemisahan inti dengan metode *clay bath* dari campuran tersebut dilakukan berdasarkan perbedaan berat jenis inti dan cangkang.

Kernel yang telah terpisah dari cangkang masih mengandung air sehingga dilakukan pengeringan di silo pengering. Suhu pengeringan di silo yaitu bagian bawah 60-70°C, pada bagian tengah 50-60°C, dan bagian atas 40-50°C. Kernel yang telah kering dikirimkan ke *bulk silo* yang berfungsi untuk tempat penimbunan inti.

*Ripple mill* adalah alat yang berfungsi untuk memecahkan *nut* agar kernel atau inti terlepas dari cangkang sehingga mudah dipisahkan pada proses pemisahan di separator. Alat ini terbuat dari *rotor bar* dan *ripple bar* atau *ripple*



*plate* yang terbuat dari besi tuang, sehingga *nut* yang masuk akan tergilas dan pecah.

Yang perlu diperhatikan pada *ripple mill* adalah :

- Biji tidak melalui pemanasan/pemeraman di *nut silo*
- Efisiensi pemecahan cukup tinggi  $\geq 98\%$

Biji yang besar akan lebih mudah dipecah dari pada biji yang berukuran kecil

### **LTDS (*Light Tenera Dust Separator*) I**

Alat ini digunakan untuk menghisap cangkang yang masih terikat bersama inti setelah dipecah oleh *ripple mill*. Adanya hisapan udara menyebabkan cangkang yang ringan dan tipis akan terhisap ke *shell hopper* sedangkan inti akan masuk ke dalam LTDS II untuk dipisahkan kembali inti dengan cangkang yang masih terikat.

Kekuatan hisapan *blower* disesuaikan dengan berat jenis benda (inti dan cangkang) dimana dengan kekuatan hisapan tertentu inti dapat terhisap namun tidak sampai ke *shell hopper* namun kembali ke LTDS II.

### **LTDS (*Light Tenera Dust Separator*) II**

Fungsinya sama dengan LTDS I, yakni dengan menggunakan hisapan *blower* untuk memisahkan cangkang dengan inti, namun perbedaannya adalah pada kekuatan hisap. Inti yang telah terpisah akan langsung masuk kedalam kernel silo, sedangkan inti yang belum terpisah dengan cangkang akan masuk kedalam *clay bath*.



Gambar 23. LTDS I dan II



### *Clay Bath*

*Clay bath* merupakan alat yang digunakan untuk memisahkan bagian cangkang yang masih melekat pada inti. Bahan yang digunakan pada *clay bath* ini adalah kapur ( $\text{CaCO}_3$ ) yang kemudian dicampurkan dengan air sehingga terbentuk larutan kaolin yang kental.

Kapur digunakan karena jika dilarutkan dengan air, kapur memiliki *density* yang dapat menjadi pembatas antara berat jenis cangkang dan berat jenis inti. Inti yang memiliki berat jenis yang lebih rendah akan mengapung dan cangkang yang memiliki berat jenis yang lebih besar akan tenggelam.

Alat ini terdiri dari dua buah bak dan satu buah saringan getar yang dibagi dua. Bak pertama yang berada di bawah merupakan tempat untuk mencampurkan kapur dengan air yang kemudian dipompakan menuju bak kedua. Pada bak kedua dimasukkan cangkang dan inti yang berasal dari LTDS II. Inti yang memiliki berat jenis yang lebih rendah akan mengapung dan dialirkan ke saringan getar sebelah kanan, sedangkan cangkang yang memiliki berat jenis lebih besar akan tenggelam dan disalurkan ke saringan getar sebelah kiri. Inti basah yang berasal dari *clay bath* kemudian disalurkan dengan *blower* ke dalam *kernel silo* untuk dikeringkan dan dimasak.



Gambar 24. *clay bath*

### ***Kernel Silo***

*Kernel silo* merupakan alat yang berbentuk persegi dengan bagian bawah berbentuk prisma yang didalamnya dilengkapi dengan beberapa tingkatan serta dialiri dengan udara panas yang dihasilkan oleh *heater*.

Inti yang berasal dari LTDS I dan *clay bath* disalurkan ke dalam *kernel silo*, yang bertujuan untuk mengeringkan dan memasak inti. Suhu pada *kernel silo* adalah 50°C pada bagian atas, 60°C pada bagian tengah dan 70°C pada bagian bawah. Pengeringan dilakukan dengan menggunakan udara panas yang berasal dari *heater*.

Kadar air inti yang baik dihasilkan (yang keluar dari *kernel silo*) 7%. Kalau kadar air inti terlalu rendah menyebabkan inti berubah warna terlalu besar. Dan jika kadar air inti terlalu tinggi maka inti akan banyak berjamur, kadar ALB dari minyak inti tinggi dan kadar minyak yang diperoleh rendah. Lama pengeringan dengan memakai *heater* ± 12 jam.

Di PKS PTPN II Sawit Seberang terdapat tiga buah unit *kernel silo* dengan kapasitas masing-masing 10-15 ton.



Gambar 25. *kernel silo*

### ***Bulking Silo***

*Bulking silo* merupakan tempat penimbunan yang memudahkan untuk pengiriman inti yang berbentuk tanki selinder dengan kerucut di bagian bawahnya. Suhu penyimpanan pada *bulking silo* adalah sebesar 50°C untuk menjaga kadar air dari inti. Pada *bulking silo* terjadi pemanasan yang bertujuan untuk meratakan produksi *kernel*. Kadar air *kernel* yang diizinkan adalah < 7.0 % dan kadar kotoran *kernel* < 6.0 %.



Gambar 26. *bulking silo*

### **4.2 STASIUN PENDUKUNG**

Selain stasiun utama sebagai inti proses pengolahan, sebuah PKS memerlukan dukungan stasiun penunjang demi kelancaran operasional. Stasiun berperan penting dalam menunjang proses produksi sebab terdapat bagian-bagian yang tidak terpisahkan dari pabrik seperti boiler dan pengolahan air yang merupakan sumber energi utama di Pabrik Kelapa Sawit PT. Perkebunan Nusantara II Sawit Seberang. Stasiun pendukung terdiri dari stasiun pembangkit tenaga, laboratorium, stasiun pengolahan air, stasiun pengolahan limbah, dan bengkel.

#### 4.2.1 Pembangkit Tenaga (*Power Plant*)

Sebagai sebuah unit produksi, pabrik kelapa sawit memerlukan sumber energi untuk menggerakkan mesin-mesin dan peralatan lain yang memerlukan tenaga dalam jumlah yang besar. Kebutuhan energi dipasok dari dua sumber, yaitu ketel uap (*boiler*) yang menghasilkan tenaga uap dan diesel genset. Pada pabrik kelapa sawit, tenaga uap yang dihasilkan oleh *boiler* pertama-tama dikonversikan menjadi energi listrik melalui turbin. Kemudian uap keluaran dari turbin ditampung dalam sebuah bejana tekan dan dimanfaatkan untuk proses perebusan buah dan keperluan proses pengolahan seperti pemanasan minyak, *sludge*, *kernel* dan lain-lain. Diesel genset merupakan tenaga pembantu yang digunakan saat pabrik akan mulai beroperasi atau pada saat tidak beroperasi Di PKS Sawit Seberang, mesin-mesin pembangkit tenaga listrik terdiri dari:

Generator : 2 unit

Mesin diesel : 2 unit

Bejana uap bekas : 1 unit

Lemari pembagi listrik

Untuk PKS lebih banyak digunakan tenaga uap karena:

- Bahan bakar diperoleh dari buangan pabrik (ampas kering dan cangkang)
- Semua stasiun memerlukan uap sebagai sumber panas

#### ***Boiler***

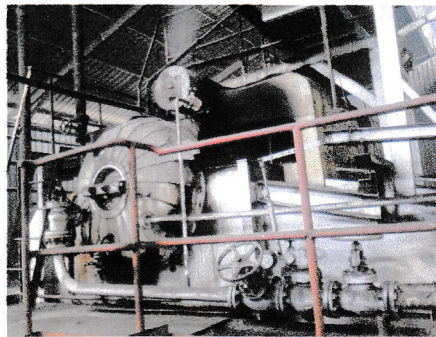
*Boiler* adalah merupakan suatu bejana bertekanan yang tertutup, air dipanaskan dengan memakai bahan bakar antara lain bahan bakar padat, cair dan gas. Dari hasil pemanasan yang dilakukan akan menghasilkan *steam* (uap).

*Steam* yang dihasilkan boiler digunakan untuk :



- Penggerak turbin *alternator* untuk menghasilkan energi listrik
- Perebus buah di *sterilizer*
- Pemanasan *crude oil*, air, *kernel*, minyak di *storage tank* dan lain-lain.

*Boiler* yang digunakan pada Pabrik Kelapa Sawit PT. Perkebunan Nusantara II Sawit Seberang adalah *boiler* jenis pipa air tipe Takuma N-600 SA sebanyak 2 buah. Dimana pada *boiler* pipa air, pipa pembakar melalui celah-celah pipa yang terisi air. Keuntungan jenis ini penguapan tinggi, sirkulasi air cepat dan seragam (konstan) menghasilkan perpindahan panas yang baik, *heating surface* besar yang mengijinkan kenaikan uap cepat, aman dalam pengoperasian.



Gambar 27. *boiler*

Adapun proses-proses yang terjadi pada stasiun pembangkit tenaga adalah

#### 1. Demineralisasi

Ketahanan ketel uap tergantung dari mutu air umpan dan mutu air ketel. Air dari stasiun *Water Treatment* diproses lebih lanjut pada stasiun ini, sehingga diperoleh air yang bebas dari mineral serta memenuhi syarat sebagai air umpan, agar tidak terjadi korosi serta pengkapuran pada ketel uap. Air yang dialirkan dari waduk kemudian dialirkan kedalam sebuah tangki penyimpanan. Air ini masih belum dapat digunakan untuk pengisian ketel karena masih mengandung zat padatan terlarut (terutama Ca, Mg, Silika). Berdasarkan hal

itu, maka zat-zat tersebut dihilangkan terlebih dahulu melalui proses pertukaran ion (kation dan anion).

Proses:

a. Kation

Untuk menukarkan ion-ion Ca, Mg dengan ion-ion hidrogen ( $H_2O$ ). Dimana dari tangki penyimpanan, air dipompakan ke tangki kation. Sebelum diproses di tangki kation, air diinjeksikan dengan resin yang bersifat asam kuat, misalnya mineral resin C225 dengan volume 920 liter dimana fungsi resin pada proses ini adalah:

- Menghilangkan/mengurangi kesadahan yang disebabkan oleh garam-garam Ca dan Mg dalam air
- Menghilangkan atau mengurangi alkalinitas dari garam-garam alkali (karbonat, bikarbonat, dan hidroksida)
- Menghilangkan atau mengurangi zat padat terlarut

Setelah itu, maka pada tangki kation terjadi pertukaran ion antara kation Ca, Mg dan kation lainnya dalam air dengan kation H dalam resin. Begitu juga dengan garam-garam bikarbonat dirubah menjadi asam-asam yang larut dalam air.

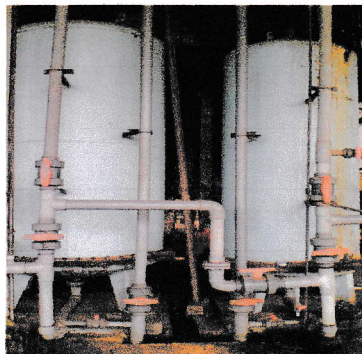
b. Anion

Untuk menukarkan ion-ion Cl,  $SO_4$ ,  $SiO_2$ ,  $CO_3$  dengan ion OH dari resin. Dimana air yang keluar dari tangki kation selanjutnya mengalir masuk ke tangki anion yang mengandung resin bersifat basa kuat (NaOH), dengan mineral IRA 420 liter, dalam tangki anion terjadi penukaran anion untuk

menyerap asam karbonat, sulfat, chloride, dan silikat yang dibebaskan oleh penukaran kation.

c. Regenerasi Kation dan Anion

Proses pertukaran kation dan anion berlangsung terus sampai kapasitas resin menjadi jenuh artinya resin tidak mampu lagi melakukan pertukaran ion dan untuk mengembalikan kapasitas resin dapat dilakukan regenerasi yaitu dengan menggunakan  $H_2SO_4$  pada unit kation dan  $NaOH$  pada unit anion.



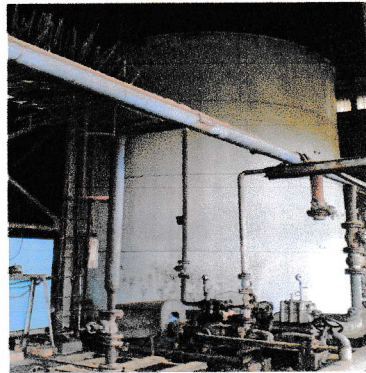
Gambar 28. Tangki anion dan kation

2. Tangki air umpan (*feed water tank*)

Hasil dari proses penukaran ion pada tangki kation dan anion ditampung dalam tangki air umpan. Di dalam tangki ini, air mengalami pemanasan pertama dengan suhu sekitar  $40^{\circ}C$  dan pemanasan dilakukan dengan *steam* pemanas. Selanjutnya air ini dipompakan ke *deaerator*. Bila air dari *deaerator over flow* maka sebagian air akan disalurkan kembali dan disimpan di *feed water tank*. Kapasitas tangki air  $85\ m^2$  dan dibuat sedemikian rupa dengan memperhitungkan air umpan yang sesuai dan biasanya didasarkan atas jumlah yang dihasilkan ketel/jam.

Tujuan dari tangki air umpan, adalah:

- Sebagai tempat persediaan air untuk pengisian ketel
- Menghilangkan  $O_2$  dan  $CO_3$  yang dapat menimbulkan korosi
- Untuk menampung air dari tangki pembuangan gas



Gambar 29. Tangki air umpan

### 3. Tangki pembuangan gas

Tangki pembuangan gas adalah alat yang berfungsi untuk memanaskan air umpan yang masuk ke dalam ketel uap ( $80-90^{\circ}C$ ), sehingga air yang masuk ke dalam ketel uap sudah panas dan tidak dingin.

Tujuan dari generator adalah untuk menaikkan suhu kamar  $30^{\circ}C$  menjadi  $80-90^{\circ}C$  yang berguna untuk mencegah terjadinya perubahan suhu yang ekstrim di dalam ketel uap sehingga tidak terjadi guncangan di dalam ketel tersebut.

### 4. Pompa bahan kimia

Pompa bahan kimia adalah merupakan alat yang berfungsi untuk menginjeksikan bahan kimia sesuai dengan dosis yang dianjurkan ke dalam ketel uap melalui *feed water* yang berguna untuk :

- Mencegah pengendapan menjadi bentuk terdispersi
- Menaikkan pH untuk mencegah terjadinya korosi

Adapun bahan kimia yang dipergunakan diantaranya *Prox 219*, *Protec 450* dan *Properse 551*.



## 5. Pompa pengisi air ketel (*feed water pump*)

*Feed water pump* merupakan alat yang berfungsi untuk pengisian air ke ketel uap, dengan kecepatan kerja 35 ton/jam. *Feed water pump* mempunyai 2 jenis pompa ,yaitu :

### a. Pompa air tenaga listrik

Pompa air tenaga listrik adalah pompa yang berfungsi untuk menggerakkan pompa horizontal kapasitas  $\pm 30$  ton/menit dengan memakai sambungan kopling. Adapun elektromotor yang dipergunakan memiliki spesifikasi :

KW	: 30
Ampere	: 60
Voltase	: 380
Putaran	: 2900 rpm

Tujuan dari pompa ini adalah untuk mengantisipasi kekurangan air pada ketel yang bekerja secara otomatis, dimana bila ketel mengalami kekurangan air, maka pompa ini akan bekerja sedangkan bila air pada ketel penuh maka pompa secara otomatis akan berhenti bekerja.

### b. Pompa air tenaga uap

Pompa air tenaga uap adalah pompa yang berfungsi untuk mengisi air umpan ketel. PKS Sawit Seberang memiliki dua macam pompa air tenaga uap.

Pompa air tenaga uap kering dengan tenaga kerja pompa tidak terbatas

Pompa air tenaga uap basah, dengan tekanan kerja pompa  $3 \text{ kg/cm}^3$ .

## 6. *Conveyor* bahan bakar

*Conveyor* bahan bakar adalah merupakan alat penyalur bahan bakar untuk ketel yang berupa uliran atau ular-ularan, dengan diameter 70 cm dengan 1 putaran 60 rpm dan kapasitas dalam 1 jam 4,49 ton. *Conveyor* bahan bakar ini bekerja dengan mengoperasikan elektromotor (15 KW, 30 A, dan 1 putaran 1450 rpm) dan menggunakan kopling untuk menyalurkan putaran memutar *conveyor* sehingga cangkang dan ampas bergerak maju. Tujuan dari *conveyor* adalah untuk menyalurkan bahan bakar berupa ampas kuning dan cangkang ke ketel uap dari stasiun pengolahan biji.

#### 7. Ketel uap

Ketel uap adalah suatu pesawat (alat) yang dapat merubah energi panas dari pembakaran bahan bakar menjadi energi panas dalam uap yang kemudian energi uap ini dipergunakan untuk menggerakkan turbin. Di PKS Sawit Seberang mempunyai 2 buah ketel uap yaitu Takuma N-600 SA dan Takuma N-600 dan bahan bakar yang dipergunakan pada ketel yaitu cangkang, *fibre*.

Tujuan dari ketel uap adalah untuk mengubah air menjadi uap bertekanan yang dipergunakan sebagai:

- Memutar turbin uap untuk menghasilkan energi listrik
- Perebusan buah di dalam *sterilizer*/ketel rebusan
- Pemanasan di stasiun pabrik biji, inti, dan klarifikasi

#### 8. Mesin turbin uap

Mesin turbin uap adalah suatu mesin yang digerakkan oleh *steam* menjadi tenaga mekanis. Generator yang dipakai di PKS Sawit Seberang adalah type MARKON dan STAMFORD.

Adapun spesifikasi generator adalah sebagai berikut:

1. Unit HC 1634 T2

5000 rpm

4000/380 V/A

Cos  $\phi$  0,80°

800 Kw/ 1050 KvA

2. Unit B 904 S

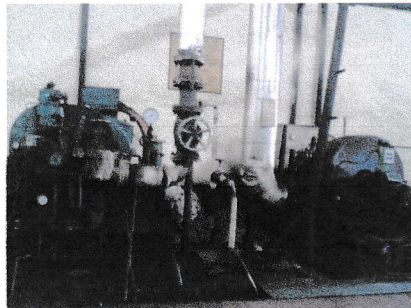
5000 rpm

902/820 V/A

50 Hz, 3  $\phi$

800 Kw/ 1050 KvA

Tujuan dari mesin turbin uap ini adalah untuk menghasilkan tenaga listrik dari proses tenaga mekanik yang berguna untuk keperluan proses pengolahan di pabrik, serta untuk konsumsi di kantor dan perumahan.



Gambar 30. Turbin

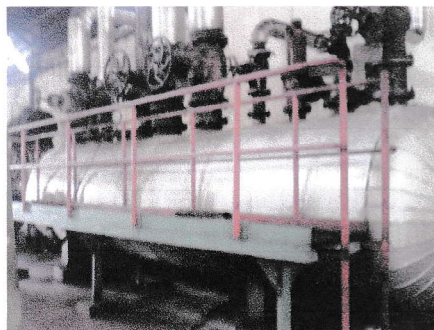
9. Bejana uap bekas (*back pressure vessel*)

Bejana uap bekas adalah suatu alat untuk menampung *exhaust steam* dari turbin uap yang mempunyai daya kerja 3,5 kg/cm<sup>2</sup>.

Bejana uap bekas dilengkapi dengan alat-alat pengaman, yaitu:

- *Safety valve*: untuk membuang uap yang berlebihan dari tekanan kerja supaya bejana sewaktu-waktu tidak meledak
- *Thermometer steam* : untuk mengukur suhu bejana
- *Manometer steam* : untuk mengukur tekanan steam pada bejana
- Gelas penduga : untuk melihat volume air dalam bejana

Tujuan dari bejana uap bekas ini adalah untuk menghimpun gas buangan dari turbin dengan tekanan maksimum  $3 \text{ kg/cm}^3$  dengan temperatur  $140^\circ\text{C}$ . Selain itu, untuk merubah uap kering menjadi uap basah yang kemudian didistribusikan ke seluruh instalasi pabrik yang membutuhkan uap. Kebutuhan uap untuk PKS Sawit Seberang adalah sekitar 500-600 kg/ton TBS.



Gambar 31. Bejana uap bekas

#### 10. Mesin diesel

Mesin diesel adalah suatu mesin pembangkit tenaga listrik yang mempergunakan bahan bakar minyak solar.

Tujuan dari mesin diesel ini adalah menghasilkan tenaga listrik dari proses kerja mesin generator diesel yang dapat dipergunakan untuk keperluan pabrik dan perumahan staff.

Spesifikasi mesin diesel di PKS Sawit Seberang:

KOMATSU (EGS 380)



Daya : 308 KW/385 KV/ 50 Hz

V/A : 380/584

RPM : 1500

#### HERBINDO

Daya : 300 KW/306 KV/50 Hz

V/A : 400/520

RPM : 1500

Pada pabrik kelapa sawit, tenaga uap yang dihasilkan oleh *boiler* pertama-tama dikonversikan menjadi energi listrik oleh turbin. Kemudian uap keluaran dari turbin ditampung dalam sebuah bejana tekan dan dimanfaatkan untuk proses perebusan buah dan keperluan proses pengolahan seperti pemanasan minyak, sludge, kernel, dan lain-lain.

#### 11. Kamar mesin

Kamar mesin di PKS berfungsi sebagai tempat bagi alat-alat pembangkit listrik, baik berasal dari *genset* maupun diesel *genset*.

#### 4.2.2 Laboratorium

Laboratorium berfungsi sebagai pusat pengendalian terhadap proses dan kualitas yang dihasilkan selama dan setelah proses produksi berlangsung. Hasil-hasil analisa laboratorium digunakan sebagai umpan balik bagi perbaikan dan peningkatan proses produksi. Analisa yang dilakukan di laboratorium meliputi hal-hal berikut:

Standar material balance (kerugian minyak sawit) yaitu :

1. Air rebusan : 12,89%
2. Tandan kosong : 23,15%

3. Ampas cyclone : 11,23%
4. Biji : 11,25%
5. Sludge akhir : 69,47%
6. Solid decanter : 4,21%

Dibawah ini ada beberapa jenis-jenis Analisa Laboratorium PKS PTPN II

Sawit Seberang yang dapat dilihat pada tabel 3 berikut ini :

**Tabel 3. Analisa Laboratorium PKS PTPN II Sawit Seberang**

URAIAN	NORMA	URAIAN	NORMA
TBS (Kg)		Inti Sawit/Contoh (%)	
M. Sawit (Kg)		Ampas siklon	0,5-1,5
Inti Sawit (Kg)		LTDS I	2,0-4,0
Mutu Produksi		LTDS II	2,0-4,0
Minyak sawit		Hydrosiklon	1,5-2,5
Kadar ALB (%)	2,5-3,5	Clay bath	2,5 max
Kadar air (%)	0,1-0,15	Total losses/TBS	0,6 max
Kadar kotoran (%)	0,015-0,020	<b>Mutu Persediaan</b>	
Peroksida (%)	5,0 max	<b>Minyak Sawit</b>	
Bil. Anisidine (%)	5,0 max	Kadar ALB (%)	5,0 max
DOBI (%)	2,5 min	Kadar air (%)	0,15 max
Bil iod (%)	51 min	Kadar kotoran (%)	0,02 max
Fe (besi) ppm (%)	5 max	<b>Inti Sawit (%)</b>	
Cu (tembaga) (%)	0,3 max	Kadar ALB (%)	2,0 max
Titik cair (°C)	34-41	Kadar air (%)	7,0 max
		Kadar kotoran (%)	6,0 max
<b>Inti Sawit</b>		<b>PENILIKAN PABRIK</b>	
Kadar air (%)	7,0 max	ALB buah rebus (%)	3,0 max
Total kadar kotoran (%)	6,0 max	Kenaikan ALB pabrik (%)	0,5 max
cangkang nut utuh (%)	1,5	<b>Kadar Minyak Dalam</b>	
cangkang nut pecah (%)	1,5	Sludge tank (%)	7,0-9,0
cangkang lepas (%)	2,5	Sludge separator (%)	0,3-0,5
sampah (%)	0,5	Sludge decanter (%)	0,5-0,6
inti pecah (%)	12 max	<b>Kadar air dalam</b>	
inti berubah warna (%)	40 max	Oil tank (%)	0,3-0,6
ALB minyak inti (%)		Oil purifier (%)	0,2-0,3
Kandungan minyak inti (%)	46	Oil decanter (%)	0,5-0,7
<b>Kerugian</b>		Oil vacuum dryer (%)	0,05-0,15
<b>Minyak Sawit Contoh (%)</b>		Nut keluar silo (%)	7,0-9,0
Air rebusan (%)	0,3-0,6	Inti keluar silo (%)	7 max
Tandan kosong (%)	1,5-2,1		
Ampas siklon (%)	5,0-6,0		
Biji/nut (%)	0,3-0,6		
Sludge akhir (%)	0,4-0,6		
Solid decanter (%)	2,0-2,5		
Total losses TBS	1,65 max		

Sumber : Laboratorium PKS Sawit Seberang Langkat

## **Analisa ALB**

Asam lemak bebas terbentuk karena terjadinya proses hidrolisa minyak menjadi asam. Asam lemak bebas merupakan salah satu parameter indikator mutu minyak. Asam lemak bebas dalam minyak dapat diukur dengan cara titrasi menggunakan alkali dalam larutan alkohol.

Adapun bahan (reagensia), alat dan prosedur kerjanya adalah sebagai berikut :

- Reagensia
  - Larutan etil alkohol 96%
  - Indikator PP dalam metanol 95%
  - Kalium hidroksida (KOH) 0,1 N
  - n-Hexan
- Alat-alat
  - Pemanas listrik
  - Pipet
  - Erlenmeyer
  - Buret
  - Neraca analitik
- Prosedur kerja
  - Contoh minyak dipanaskan diatas titik cair kemudian dikocok hingga cairan tampak homogen.
  - Timbang contoh minyak yang telah homogen sebanyak 2 gr dalam gelas erlenmeyer.
  - Ditambahkan hexan sebanyak 15 ml kedalam Erlenmeyer.

- Tambahkan alkohol 96% sebanyak 20 ml dan tambahkan 2 tetes indikator PP 1%.
- Titrasi dengan larutan KOH 0,1N.
- Titrasi diakhiri jika terbentuk warna kuning menjadi merah jingga.
- Perhitungan

$$\% \text{ ALB} = \frac{\text{ml KOH} \times \text{F. Ketetapan}}{\text{Berat sampel}} \times 100\%$$

**Berat sampel**

F. ketetapan Minyak = 2,4614

Inti = 1,7858

### **Analisa Kadar Air**

Air yang terkandung dalam minyak hanya dalam jumlah kecil. Hal ini dapat terjadi karena proses alami pada tanaman dan akibat perlakuan di pabrik serta penimbunan. Air yang terdapat dalam minyak dapat ditentukan dengan cara penguapan dalam alat pengering.

- Bahan
  - Minyak sawit
  - Inti sawit
- Peralatan
  - Oven
  - Cawan porselen
  - Neraca analitik
  - Desikator
  - Pemanas listrik
- Prosedur Kerja



- Contoh yang akan ditimbang diaduk sampai homogen, bila perlu dipanaskan diatas titik cairnya supaya homogen.
- Contoh ditimbang  $\pm 10$  gr kedalam cawan porselen yang sudah ditentukan berat kosongnya (A).
- Contoh yang sudah ditimbang ditempatkan kedalam oven pada suhu  $105^{\circ}\text{C}$  selama 3 – 4 jam, kemudian contoh dari oven didinginkan dalam desikator selama 15 menit.
- Contoh ditimbang dengan teliti sampai diketahui susut berat yang tidak lebih dari 0,05% setiap 30 menit (B).
- Perhitungan

$$\% \text{ KA} = \frac{\text{A} - \text{B}}{\text{A}} \times 100\%$$

A = Berat contoh minyak sebelum dikeringkan.

B = Berat contoh minyak sesudah dikeringkan.

### **Analisa Kadar Kotoran**

Kotoran yang terdapat dalam minyak adalah kotoran yang dapat larut dalam n-hexan dan petroleum eter. Kadar kotoran yang terdapat dalam minyak ditentukan dengan cara menimbang residu kering setelah dipisahkan dari contoh dengan menggunakan pelarut.

- Bahan
  - Minyak sawit
- Reagensia
  - n-Hexan
- Alat

- Neraca analitik
- Oven
- Corong
- Erlenmeyer
- Beaker glass
- Kertas saring
- Desikator
- Gelas ukur
- Prosedur
  - Minyak yang telah ditimbang, dimasukkan ke dalam beaker glass
  - Ditambahkan n-Hexan ke dalam minyak sampai larut
  - Disaring dengan menggunakan kertas saring yang telah diketahui berat kosongnya hingga tidak ada minyak yang tersisa di kertas saring
  - Kertas saring dikeringkan dalam oven pada suhu  $\pm 105^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam
  - Kertas saring didinginkan dalam desikator  $\pm 15$  menit dan ditimbang sampai diperoleh berat yang konstan
- Perhitungan

$$\text{Kadar kotoran} = \frac{\text{Berat akhir}}{\text{Berat sampel}}$$

#### 4.2.3 Stasiun Pengolahan Air (*water treatment*)

Air merupakan kebutuhan vital bagi sebuah PKS karena sebagian besar proses pengolahan memerlukan air. Air yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat tertentu, seperti kesadahan dan kadar silika. Jika kurang memenuhi syarat air harus diolah sebelum digunakan. Umumnya, air yang diperoleh dari sumbernya, seperti air hujan, air sungai, air sumur bor, dan lain-lain belum

memenuhi persyaratan teknis untuk keperluan PKS dan persyaratan higienis untuk keperluan air minum.

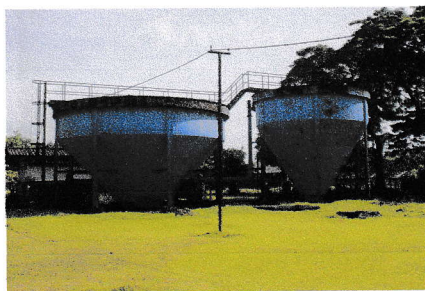
Pengolahan air adalah merupakan suatu instalasi yang memproses air kotor menjadi air murni yang digunakan untuk kebutuhan proses pengolahan di pabrik dan di perumahan staff.

a. Waduk air

Pengolahan air untuk keperluan PKS dimulai dari penampungan air hingga berbagai sumber pada sebuah waduk, dimana air Sungai Batang Serangan yang akan dimurnikan/dijernihkan pertama-tama dialirkan dengan pompa air sungai ke dalam waduk dengan panjang 500 m dan lebar 500 m untuk mengendapkan pasir dan lumpur kasar.

b. Tangki pengendapan

Kemudian, air dari waduk dipompa ke tangki pengendapan (*clarifier tank*). Sebelum sampai ke tangki pengendapan, bahan kimia yaitu *soda ash* dan kalsium karbonat ditambahkan ke dalam air untuk mempercepat pengendapan partikel-partikel padat yang ada di dalam air. Setelah itu, air dikirim ke bak pengendapan untuk mendapatkan pengendapan lebih lanjut.



Gambar 32. tangki pengendapan

c. Bak penampung

Air dari bak pengendapan selanjutnya disaring dengan saringan bertekanan yang disebut *sand filter* untuk zat tersuspensi. Air dari hasil penyaringan di *sand filter* dikirim ke menara air (*water tank*) dan siap untuk diolah sesuai keperluan atau untuk memenuhi syarat-syarat teknis maupun higienis.



Gambar 33. bak penampung

d. Bejana penyaringan pasir

Proses berikutnya adalah penyaringan melalui dua bejana yang saling berhubungan. Media penyaringan yang digunakan yaitu pasir kwarsa atau media lainnya.



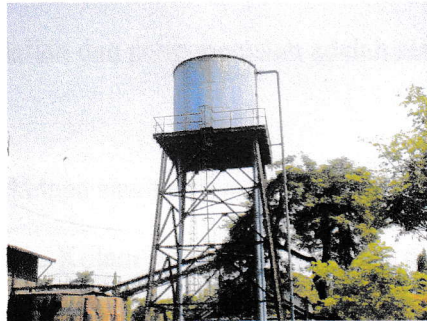
Gambar 34. bak penyaringan

e. Tangki menara air (*water tower*)

Air yang keluar dari tangki menara bawah dialirkan ke dalam sebuah tangki penyimpanan. Air ini sudah dapat digunakan untuk keperluan



pabrik dan perumahan staff, tetapi belum dapat digunakan untuk keperluan pengolahan karena masih mengandung zat padatan terlarut



Gambar 35. *water tower*

#### 4.2.4 Stasiun Pengolahan Limbah

Air buangan pabrik merupakan faktor penyebab pencemaran pada media penerima. Untuk mengatasi pencemaran, air limbah pabrik harus diproses dan dinetralisir sebelum dibuang ke lingkungan. Pengendalian limbah pabrik (*raw effluent*) yang berasal dari stasiun rebusan dan klarifikasi dimulai dari penampungan limbah tersebut pada fat fit dengan tujuan untuk mengurangi kadar minyak melalui prinsip pengendapan. Setelah itu limbah didinginkan dengan cara mengalirkan limbah ke menara pendingin, yaitu suatu alat yang digunakan untuk menurunkan temperatur air limbah dari suhu 70°C menjadi 40°C, dimana alat ini dibuat dari plat besi setinggi 5 meter dan berbentuk empat persegi, atau dapat juga dilakukan melalui aliran panjang dan terbuka, kemudian ditampung di kolam limbah. Pada kolam ini, limbah dikendalikan dengan proses fermentasi *anaerobic* maupun *aerobic*. Sistem ini dikenal dengan *ponding system*.

Air limbah dari *recovery tank* dipompakan melalui *cooling tower* dan dialirkan ke parit menuju kolam pembiakan, dimana kolam ini digunakan untuk mengaktifkan bakteri yang telah dibibitkan terlebih dahulu ke parit *cooling tower*.

Adapun tahap pengendalian dan pengoperasian adalah sebagai berikut :

a. *Seeding pond*

Limbah pabrik kelapa sawit dipompakan ke *cooling tower* lalu dialirkan ke kolam pembiakan. Kolam ini digunakan untuk mengaktifkan bakteri yang telah dibibitkan terlebih dahulu di parit *cooling tower*.

b. *Anaerobik pond I*

Limbah pabrik kelapa sawit yang telah dinetralisir dari bak *cooling tower* dialirkan dari kolam pembiakan. Reaksi mikrobiologis yang terjadi yaitu perubahan komponen organik majemuk dari limbah asam mudah menguap dan biasanya diikuti penurunan pH cairan. Waktu penahan hidrolisa pada kolam *anaerobic I* ± 60 hari kemudian cairan ini mengalir secara berlanjut ke kolam perombakan atau pematangan *anaerobic*.

c. *Anaerobik pond II*

Dalam kolam ini berlangsung reaksi tahap kedua, yaitu perubahan asam mudah menguap menjadi gas metana, karbondioksida, hidrogen sulfida dan lain-lain.

d. *Aeration pond*

Pada kolam ini terjadi proses aerobik atau proses fakultatif. Dalam kolam ini tidak boleh lebih dari 3 meter karena sifat aerob. Adapun pada kolam ini terdapat alat yang disebut aerator, yang berfungsi :

- Membunuh bakteri

- Menghilangkan bau gas NH<sub>4</sub> dan sulfur
- Memudahkan pengendapan
- Mengabsorpsi oksigen dari udara

e. Sedimentasi *pond I*

Pada kolam ini terdapat tiga bagian proses yakni :

- Zona permulaan (*aerobic*) dimana pada permukaan kolam sudah ada kehidupan ganggang atau lumut
- Zona tengah berisikan *aerobic/anaerobic* dimana bahan organik mengalami dekomposisi oleh bakteri fakultatif
- Zona dasar yaitu kondisi yang bersifat *anaerobic* dimana bahan organiknya terkomposisi oleh bakteri *anaerobic*.

f. Sedimentasi *pond II*

Kolam ini adalah sebagai kolam pengendapan, dimana pada kolam ini telah hidup biota seperti: lumut, ganggang, jentik dan ikan. Kolam ini adalah kolam terakhir dari proses pengendalian limbah, diharapkan air yang keluar dari kolam ini dapat memenuhi syarat baku mutu limbah seperti yang tertera pada S.K. No. Kep 51/MENLH/10/1995.

Adapun angka baku untuk mutu limbah cair untuk industri minyak sawit adalah:

No.	PARAMETER	KADAR MAKS (Mg/L)	BEBAN PENCEMARAN Maks (Kg/Ton)
1.	BOD	100	0,25
2.	COD	350	0,88
3.	TSS	250	0,63
4.	Nitrogen Total	50	
5.	Minyak dan Lemak	25	0,125
6.	Ph	6,0-9,0	
7.	Beban limbah maks	2,5 m <sup>3</sup> /ton produk minyak sawit	

Limbah PKS banyak mengandung senyawa organik dan anorganik. Senyawa organik lebih mudah mengalami pemecahan dibandingkan senyawa anorganik. Bahan-bahan organik dapat dirombak oleh bakteri, baik secara anaerobic maupun aerobic. Keberhasilan perombakan bahan organik tergantung dari jumlah bakteri, jenis bakteri, dan kondisi limbah.

Pada proses fermentasi *anaerobic* (tidak memerlukan oksigen), tugas utama bakteri yaitu memecah berbagai macam senyawa organik kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana. Kemudian bakteri melanjutkan perombakan asam organik menjadi *gas methan*. Bakteri yang aktif dalam perombakan ini yaitu bakteri metanogenik. Dalam proses fermentasi *anaerobic*, terjadi penurunan BOD (*biological oxygen demand*) hingga 30%.

Air limbah yang keluar dari kolam *anaerobic* masih mengandung bahan organik sehingga perombakan harus dilanjutkan dengan perombakan secara *aerobic*. Berbeda dengan fermentasi *anaerobic*, pada fermentasi *aerobic* justru diperlukan oksigen dalam proses perombakan, baik oksidasi dengan katalistor mikroorganisme maupun dengan katalisator kimia. Oleh sebab itu, pada fermentasi *aerobic* sebelumnya, dilarutkan oksigen dan diperoleh kelarutan oksigen yang tinggi. Cara melarutkan oksigen dalam air limbah bias dilakukan dengan menggunakan *compressor, blade*, dan lain-lain.





Gambar 36. kolam limbah

### **Bengkel PKS**

Proses pengolahan kelapa sawit di PKS sangat tergantung dari jumlah dan kualitas TBS yang dihasilkan oleh kebun. Produksi TBS tinggi mengharuskan PKS beroperasi dengan jam olah yang tinggi karena TBS yang dibiarkan terlalu lama *restan* akan mengakibatkan peningkatan kadar asam lemak bebas. Ekstraksi minyak dan inti sawit selain dipengaruhi oleh kualitas TBS, juga sangat tergantung dari proses pengolahan dan kondisi alat pengolahan. Untuk mencapai jam olah yang tinggi dan kualitas produk yang baik, PKS harus didukung oleh sebuah bengkel yang mempunyai bagian mekanikal dan elektrik.

#### **a. Bagian mekanikal**

Bagian mekanikal melakukan pemeliharaan umum terhadap semua peralatan pabrik. Jenis pekerjaan yang dilakukann antara lain lubrikasi, perbaikan alat-alat, pembuatan suku cadang, maupun modifikasi peralatan sesuai dengan kondisi lapangan. Bagian mekanikal didukung oleh peralatan bengkel seperti gerinda, mesin bor, mesin las (listrik maupun *asetilen*), mesin pengeboran, mesin potong (*asetilen* atau plasma), mesin gergaji besi, serta peralatan bengkel umum lainnya.

#### **b. Bagian elektrik**

Bagian elektrikal melakukan pemeliharaan terhadap seluruh peralatan listrik di PKS, terutama motor listrik yang berjumlah ratusan. Jenis pekerjaan yang dilakukan antara lain perawatan panel-panel listrik, pembuatan atau modifikasi sirkuit listrik, dan pembuatan gulungan kawat bagi motor-motor listrik yang telah terbakar.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Prioritas utama yang dihasilkan oleh pabrik kelapa sawit PTPN II Nusantara II kebun Sawit Seberang adalah minyak sawit mentah (CPO) dan inti sawit (palm kernel).
2. PTP. Nusantara II Kebun Sawit Seberang menerima hasil TBS dari kebun sendiri, kebun seinduk, kebun milik masyarakat, maupun swasta untuk diolah menjadi CPO dan inti.
3. PTP. Nusantara II Kebun Sawit Seberang menggunakan sistem *Triple Peak* untuk proses perebusan TBS.
4. Selain pengolahan minyak dan inti sawit, di pabrik juga terdapat stasiun pendukung yaitu Pembangkit Tenaga, Pengolahan Air, Pengolahan Limbah (IPAL), Laboratorium, dan Bengkel.
5. Bahan bakar yang digunakan oleh boiler yang ada di PTP Nusantara II Kebun Sawit Seberang adalah berupa cangkang (*shell*) dan serat (*Fibre*).
6. Air memegang peranan yang sangat penting dalam proses pengolahan karena air merupakan bahan baku pembuatan uap yang diperlukan sebagai sumber energi di PTP Nusantara II Kebun Sawit Seberang, baik yang dipakai langsung maupun yang dikonversikan menjadi energi listrik.
7. Pada pengolahan kelapa sawit terdapat dua jenis limbah yaitu limbah padat dan limbah cair.

8. Prinsip pengolahan limbah cair adalah merubah kandungan senyawa organik kompleks menjadi lemak dan minyak. Dapat dilakukan secara biologis, anaerobik, fakultatif, dan aerobik.
9. Limbah padat penanganannya sangat mudah hanya dengan membuangnya ke lahan sebagai pupuk.



## Saran

1. Sebelum di angkut ke pabrik sebaiknya penyortiran buah di lapangan lebih di perketat untuk mempermudah proses perebusan.
2. Sebaiknya proses kehilangan minyak (*lossis*) tidak melebihi standar yang telah ditentukan.
3. Untuk mengurangi *losses* pada stasiun inti, sebaiknya kerusakan alat yang mungkin terjadi pada LTDS dan *ripple mill* lebih diperhatikan lagi.
4. Kebersihan mesin-mesin dan rantai di tempat kerja harus selalu diperhatikan dan dijaga kebersihannya agar kenyamanan bekerja dapat dirasakan.
5. Sebaiknya peralatan yang sudah tua perlu diperhatikan lagi (diganti) demi tercapainya mutu sawit yang lebih bagus
6. Sebaiknya pengolahan limbah mendapat perhatian yang sangat serius karena bahayanya sangat nyata terhadap lingkungan.
7. Keselamatan dalam pekerjaan adalah yang terpenting yang harus diperhatikan oleh para operator terutama yang berada pada stasiun boiler. Karena apabila terjadi kelalaian dan kesalahan operator maka seluruh proses yang terjadi didalam pabrik akan terganggu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Hamsi, A., 2000. Kajian Aliran Proses Pengolahan Minyak Kelapa Sawit, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Mangoensoekarjo dan Semangun. 2005. Bercocok Tanam Kelapa Sawit dan Pengolahan Hasilnya. SYPMA. Medan.
- Pahan, I., 2007. Panduan Lengkap Kelapa Sawit. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Pasaribu, P., 2004. Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit. Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan.
- Penebar Swadaya, 2001. Kelapa Sawit Usaha Budidaya, Pemanfaatan Hasil, dan Aspek Pemasaran. PT. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Risza, S., 1994. Kelapa Sawit Upaya Peningkatan Produktivitas. Kansius. Yogyakarta.
- Said, K.G., 1996. Penanganan dan Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit. Trubus Agriwidya. Ungaran.
- Sitinjak, K., 1996. Teknologi Hasil Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Sunarko. 2007. Petunjuk Praktis Budi Daya dan Pengolahan Kelapa Sawit. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Tambun.. 2006. Bercocok Tanam Tanaman Perkebunan Tahunan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.