

**PERHITUNGAN KEBUTUHAN UAP PADA  
PROSES PENGOLAHAN TBS KAPASITAS 45  
TON/JAM DI PABRIK KELAPA SAWIT PT.PP.  
LONDON SUMATRA INDONESIA. Tbk**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan  
Ujian Sarjana**

**Oleh :**

**NAMA: INDRA LESMANA**

**NIM : 06 813 0012**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2009**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 28/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)28/8/23

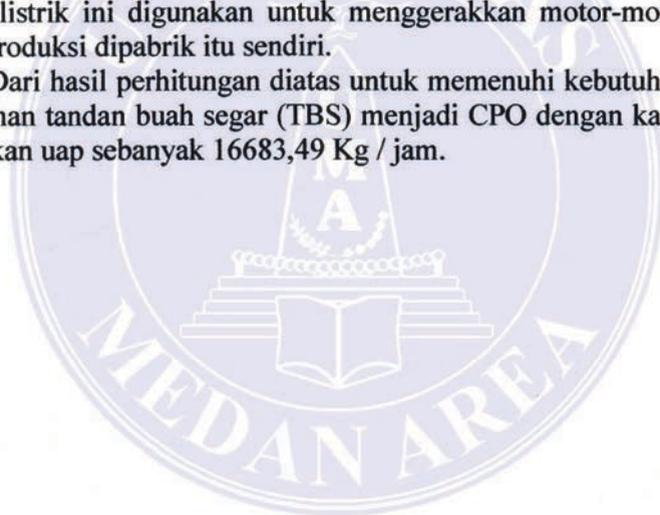
## ABSTRAK

Sejalan dengan perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan yang semakin canggih, maka dunia industri juga mengalami perkembangan yang pesat pula. Sehubungan dengan itu kebutuhan manusia pun semakin meningkat. Dalam dunia industri yang mengolah hasil- hasil pertanian banyak sekali membutuhkan mesin yang dapat membantu memepercepat pengolahan sumber alam ini.

Dengan adanya mesin- mesin tersebut diharapkan proses pengolahan hasil pertanian ini dapat menghasilkan produk yang sesuai dengan mutu sandart internasional dan bermanfaat. Pada industri pertanian, khususnya pengolahan kelapa sawit di butuhkan suatu mesin yang berfungsi sebagai tenaga utama untuk operasional mesin- mesin lainnya.

Salah satu mesin yang paling vital di pabrik kelapa sawit adalah Ketel Uap ( Boiler ) yang berfungsi untuk menghasilkan uap steam sebagai tenaga untuk memutar generator listrik dan sebagai penghasil steam untuk keperluan lainnya. Ketel Uap ( Steam Boiler) merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari suatu proses pengolahan dan pemurnian minyak. Hal ini didasarkan kepada prinsip insidental dari proses mekanis, phisis, dan kimiawi. Pada Ketel uap kecepatan pembentukan uap ditentukan oleh luas bidang pemanas ketel. Uap yang dihasilkan boiler juga digunakan untuk menggerakkan turbin sehingga menghasilkan listrik dimana listrik ini digunakan untuk menggerakkan motor-motor untuk memulai proses produksi dipabrik itu sendiri.

Dari hasil perhitungan diatas untuk memenuhi kebutuhan uap pada proses pengolahan tandan buah segar (TBS) menjadi CPO dengan kapasitas 45 Ton/jam dibutuhkan uap sebanyak 16683,49 Kg / jam.

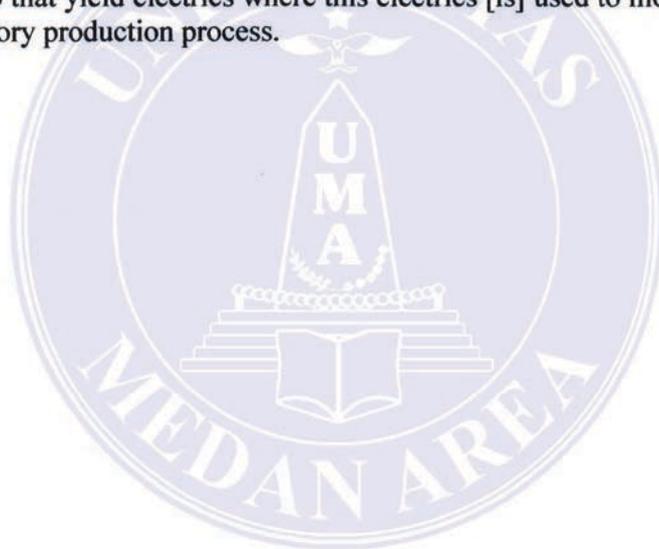


## ABSTRACT

In line with growth of science and technology which is sophisticated progressively, hence industrial world also experience of fast growth also. Referring to that requirement of human being even also progressively mount. In the world of industry which process result- agricultural produce a lot of requiring machine able to assist memepercepat processing of this natural source

With existence of machine- the machine expected [by] process processing of this agricultural produce can yield product matching with quality of useful and international sandart. [At] agriculture industry, specially processing of coconut of sawit [in] requiring a[n] machine which [is] berfunngsi as especial energy for the operational of machine- other machine

One of [the] most vital machine [in] coconut factory of sawit [is] Steaming Kettle ( Boiler ) functioning to yield vapour of steam as energy to turn around electrics generator and as producer of steam for is other. Steaming Kettle ( Steam Boiler) constitute an inseparable part of a[n] processing process and purification of oil. This matter [is] based on principle of insidental of mechanical process, phisis, and kimiawi. [At] Steaming kettle speed of forming of vapour determined by wide [of] area heater of boiler. yielded [by] vapour [is] boiler [is] also used to move turbine so that yield electrics where this electrics [is] used to move motors to start itself factory production process.



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat ALLAH SWT yang telah memberikan Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas sarjana ini dengan judul “ **PERHITUNGAN KEBUTUHAN UAP PADA PROSES PENGOLAHAN TBS KAPASITAS 45 TON/JAM DI PABRIK KELAPA SAWIT PT. PP. LONDON SUMATERA INDONESIA. Tbk. TURANGIE PALM OIL.** “ Tugas sarjana ini di susun untuk melengkapi persyaratan guna mencapai gelar sarjana Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area (UMA).

Dalam penulisan tugas ini, penulis banyak memperoleh dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, sehingga dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan teima kasih yang sebesar- besarnya kepada :

1. Ibu Ir. Hj. Haniza, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Medan Area (UMA)
2. Bapak Ir. Amru Siregar, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Medan Area (UMA)
3. Bapak Dr. Ir. Suditama, MT selaku pembimbing I yang telah banyak membantu dan memberi arahan serta pemikiran sehingga terselesaikannya penulisan tugas sarjana ini.
4. Bapak Ir. Surya Keliat, selaku Pembimbing II yang telah banyak membantu dan memberi arahan serta pemikiran sehingga terselesaikannya penulisan tugas sarjana ini.

5. Kedua orang tua penulis tercinta yang telah mendidik, membesarkan dan memberi kasih sayangnya baik moril maupun materil kepada penulis serta keluarga besar penulis yang telah banyak memberikan dukungannya, sehingga terselesaikannya penulisan tugas sarjana ini.
6. Seluruh staf pengajar serta pegawai Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area (UMA)
7. Seluruh Pimpinan dan Karyawan PT. PP. LONDON SUMATERA INDONESIA.Tbk. TURANGIE PALM OIL MILL atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk melakukan survey dalam pengambilan data sebagai bahan dalam pengerjaan tugas sarjana ini.
8. Seluruh sahabat- sahabat yang telah membantu penulisan tugas sarjana ini.

Akhirnya penulis mengucapkan, semoga tugas sarjana ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Binjai, 24 April 2010  
Penulis

**INDRA LESMANA**  
**06.813.0012**

<b>BAB IV</b>	<b>ANALISA HASIL &amp; PEMBAHASAN.....</b>	<b>50</b>
4.1	Hasil Survey Lapangan .....	50
4.2	Uap yang dibutuhkan pada setiap stasiun proses pengolahan .....	52
4.2.1	Analisa Kebutuhan Uap Pada Stasiun Perebusan Dengan Tekanan 2,8 – 3,0 Kg/Cm <sup>2</sup> Pada Temp 135 °C .....	53
4.2.2	Analisa Kebutuhan Uap Pada Stasiun Pengepaan .....	56
4.2.3	Analisa Kebutuhan Uap Pada Stasiun Klarifikasi .....	58
4.2.4	Analisa Kebutuhan Uap Pada Stasiun Biji .....	68
4.2.5	Laju Aliran Massa Uap Pada Daerator.....	70
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>72</b>
1.1	Kesimpulan .....	72
1.2	Saran .....	74

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## GAMBAR

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan pabrik kelapa sawit belakangan ini menunjukkan peningkatan yang cukup pesat. Hal ini dikarenakan pabrik kelapa sawit mempunyai prospek yang sangat baik di masa yang akan mendatang. Pada umumnya pabrik kelapa sawit menghasilkan CPO (Crude Palm Oil).

Bahan hasil olahan kelapa sawit ini atau CPO banyak digunakan sebagai bahan mentah untuk membuat sabun, minyak goreng, margarine dan lain-lain. Ditambah lagi bahwa CPO dapat diolah bahan alternatif pengganti minyak bumi yaitu biodiesel.

Sejalan dengan perkembangan zaman dan semakin sulitnya atau langkahnya minyak bumi maka bahan bakar biodiesel ini dapat digunakan sebagai bahan bakar kendaraan bermotor. Atas dasar inilah pabrik kelapa sawit yang menghasilkan CPO mempunyai masa depan yang sangat baik di masa mendatang.

Dalam pengolahan ini diperlukan peralatan pengolahan yang dapat menjadikan buah kelapa sawit menjadi CPO (Crude Palm Oil) peralatan pengolahan kelapa sawit meliputi antara lain sebagai berikut :

- Unit Pembagkit
- Unit Air Umpan Boiler
- Unit Perebusan
- Unit Klarifikasi
- Unit Kernel

Beberapa peralatan pengolah kelapa sawit yang ada di pabrik kelapa sawit bekerja saling berhubungan satu sama lainnya, artinya jika salah satu peralatan rusak maka proses harus dihentikan. Hal ini dikarenakan seluruh unit pengolahan kelapa sawit menggunakan uap untuk menghasilkan CPO dari buah kelapa sawit.

Uap itu sendiri dihasilkan dari mesin konversi energi yang ada yaitu ketel uap (boiler). *Boiler* inilah yang berfungsi untuk menghasilkan uap dan menyalurkan ke peralatan pengolahan. Uap yang dihasilkan boiler juga digunakan untuk menggerakkan turbin sehingga menghasilkan listrik dimana listrik ini digunakan untuk menggerakkan motor-motor untuk memulai proses produksi dipabrik itu sendiri.

Mengingat akan betapa pentingnya kebutuhan uap ini demi kelancaran proses produksi maka dengan ini penulis tertarik untuk mengambil judul tugas akhir tentang : “ **PERHITUNGAN KEBUTUHAN UAP PADA PROSES PENGOLAHAN TBS KAPASITAS 45 TON/JAM DI PABRIK KELAPA SAWIT PT. PP. LONDON SUMATERA INDONESIA. Tbk. TURANGIE PALM OIL.** “

## **1.2 Maksud dan Tujuan**

### **1.2.1 Maksud**

Maksud penulis melaksanakan Riset di PT. PP. LONDON SUMATERA INDONESIA. Tbk. TURANGIE PALM OIL. “ Adalah :

- a. Untuk mengetahui bagaimana proses pembentukan uap yang terjadi pada ketel uap.

- b. Untuk mengetahui bagaimana cara menentukan jumlah uap yang dibutuhkan pada proses pengolahan dan berapa jumlah uap yang dibutuhkan pada proses pengolahan kelapa sawit menjadi CPO.

### 1.2.2 Tujuan

Tujuan penulis melaksanakan Riset di PT. PP. LONDON SUMATERA INDONESIA. Tbk. TURANGIE PALM OIL. “ adalah :

- a. Untuk mengetahui lebih lanjut peranan uap pada proses pengolahan Kelapa sawit.
- b. Untuk mengetahui dan memahami bagaimana proses terjadinya uap pada ketel uap.

## 1.3 Kegunaan dan Manfaat

### 1.3.1 Kegunaan

- a. Memberikan gambaran dan penjelasan bagaimana proses suplai uap yang terjadi di pabrik kelapa sawit.
- b. Memperoleh kemampuan untuk menganalisa kebutuhan uap pada proses pengolahan TBS..

### 1.3.2 Manfaat

- a. Dapat memberikan penjelasan bagaimana proses pengolahan Kelapa Sawit menjadi CPO.
- b. Dapat memahami tentang proses suplai uap pada proses pengolahan.

## 1.4 Metode

Dalam menyusun tugas akhir ini penulis melaksanakan pembahasan dengan dua metode yaitu :

1. Studi kepustakaan
2. Studi lapangan

Studi kepustakaan dilakukan dengan cara pengumpulan bahan- bahan dengan melakukan survey lapangan, melalui survey ini penulis dapat mengambil secara langsung objek yang akan dibahas serta mengambil data yang akan dipakai dan berdialog langsung dengan operator dan staf- staf yang menangani masalah proses pengolahan kelapa sawit. Survey lapangan ini dilakukan dipabrik kelapa sawit PT. PP. London Sumatera Indonesia. Tbk. Turangie Palm Oil Mill

## 1.4 Batasan Masalah

### 1.4.1 Gambaran Permasalahan

Disetiap pabrik pengolahan kelapa sawit produksi uap terjadi pada ketel uap (boiler), Dimana boiler ini merupakan jantung dari sebuah proses pengolahan kelapa sawit. Karena uap yang dihasilkan digunakan untuk pemanasan pada proses kimia, pembangkit listrik yang menggerakkan pompa- pompa serta sebagai sumber panas diberbagai area.

Uap yang dibutuhkan pabrik selama operasi berlangsung tidak ada henti- hentinya, oleh sebab itu suplai air kedalam ketel uap juga harus kontiniu sehingga proses pengolahan dipabrik tidak akan terganggu. Apabila menyinggung tentang ketel uap, maka tidak tidak bisa berbicara mengenai proses pengolahan, yang mana pada setiap stasiun pada proses pengolahan sebagian besar menggunakan uap yang dihasilkan oleh ketel uap tersebut.

mana pada setiap stasiun pada proses pengolahan sebagian besar menggunakan uap yang dihasilkan oleh ketel uap tersebut.

Dimana uap yang akan digunakan untuk pengolahan kelapa sawit merupakan uap sisa turbin yang kemudian uap tersebut diturunkan temperaturnya di BPV (*Back Pressure Vessel*) dari BPV inilah uap disalurkan keseluruh proses pengolahan.

Dan dibawah ini merupakan rincian unit- unit apa saja yang membutuhkan uap untuk proses pengolahan Tandan Buah Segar (TBS) kelapa sawit di PT. PP. London Sumatera Indonesia. Tbk. Turangie Palm Oil Mill :

### **1. Unit Pembangkit (Turbin Uap)**

Turbin Uap adalah turbin yang mempunyai prinsip kerja merubah seluruh energi uap (yang terdiri dari energi potensial + tekanan + kecepatan ) yang tersedia menjadi energi puntir.

Uap dari boiler yang masuk ke turbin berfungsi untuk menggerakkan turbin sehingga menghasilkan energi listrik untuk menghidupkan dan menggerakkan mesin- mesin pabrik. Jadi turbin juga berfungsi sebagai sumber tenaga listrik pada pabrik ini.

Daya yang dibutuhkan oleh turbin adalah 19- 20 KW untuk 1 ton buah. Jadi untuk kapasitas olah 45 ton per jam, daya yang dibutuhkan oleh turbin adalah 900 KW.

Sedangkan uap yang dihasilkan oleh boiler selanjutnya dialirkan ke turbin untuk system kelistrikan yang ada pada pabrik setelah itu uap sisa yang berlebih dihasilkan oleh boiler lalu dialirkan kembali ke BPV untuk proses produksi,

disinilah terjadinya proses pembagian uap yang dimana uap- uap yang dihasilkan di salurkan kembali ke sterilizer, digester, kernel dryer, wter feed tank dll

## 2. Daerator

Pada daerator ini diberikan uap untuk memanaskan air sampai ketemperatur 60- 70 °C dengan kapasitas 40 Ton. Sebelum air umpan feed tank dialirkan ke boiler lebih dahulu melalui proses daerasi yang menggunakan *thermal daerator* yang fungsinya untuk menghilangkan gas- gas (oksigen yang terlarut dalam air umpan). Setelah melewati proses tersebut, air umpan kemudian diinjeksikan melalui pipa air umpan seiring dengan masuknya air umpan kedalam boiler.

## 3. Stasiun Perebusan (*Sterillizer*)

PKS TOM memiliki 4 buah sterillizer, dimana 1 buah sterillizer mampu merebus buah  $\pm 28$  ton. Dimana sterillizer ini mampu memuat 7 lori didalam 1 buah sterillizer. Dan buah yang sudah berada didalam sterillizer kemudian aka dialiri uap panas selam 100 menit dengan tekanan uap  $\pm 3 \text{ kg/cm}^2$

Pada proses perebusan dengan steam proses yang dilakukan adalah tiga urutan proses (*three cycle peak*). Yang pertama (*First Peak*) dengan tekanan 2,1  $\text{kg/cm}^2$  dan yang kedua (*second peak*) dengan tekanan uap 2.5  $\text{kg/cm}^2$  dan yang ketiga (*Triple peak*) dengan tekanan 3  $\text{kg/cm}^2$  Diperkirakan jumlah air kondensat 20 % dari TBS yang diolah, dan 9 % dari uap sterillizer.

## 4. Digister

Didalam digester juga dilengkapi dengan system pemanasan uap, pisau adukan, buah siap rebus dan pericarp akan dklepas dari bijinya akibat gerakan

adukan. Dalam proses pemanasan waktu yang dibutuhkan buah untuk proses pejumlahan didalam digester  $\pm$  30 menit.

### 5. Stasiun Klarifikasi

Didalam proses klarifikasi ini banyak terdapat stasiun- stasiun, diantaranya banyak juga yang membutuhka untuk prose pengolahan buah kelapa sawit seperti : ayakan getar, tangki klarifikasi, sludge tank sand cyclone, clean oil tank, tabung driyer dan tangki timbun minyak. Dimana stasiun- stasiun diatas tersebut membutuhkan steam untuk memanaskan minyak kelapa sawit yang diproses melalui stasiun tersebut agar tidak terjadi pengerakan dan membekunya minyak kelapa sawit karena suhu yang rendah. Uap yang digunakan pada proses klarifikasi ini tidak terlalu tinggi temperature  $\pm$  70-90 °C karena hanya untuk memanaskan.

### 6. Stasiun Kernel

Pada kernel driyer pengeringan akan dilakukan denga dua step, pegeringan yang pertama dilakukan pada temperature 80 °C dan agar proses pengeringan berjalan dengan optimal maka proses pengeringan ini dibantu dengan conveyor yang berfungsi untuk meratakan agar benar- benar kering. Pada step yang kedua prose dilakukan pada temperatur 70 °C. Proses pengeringan ini memanfaatkan uap yang dihasilkan dari boiler dan melalui head exchanger uap tersebut diubah menjadi uap panas dengan kipas.

### 1.4.2 Perumusan Masalah

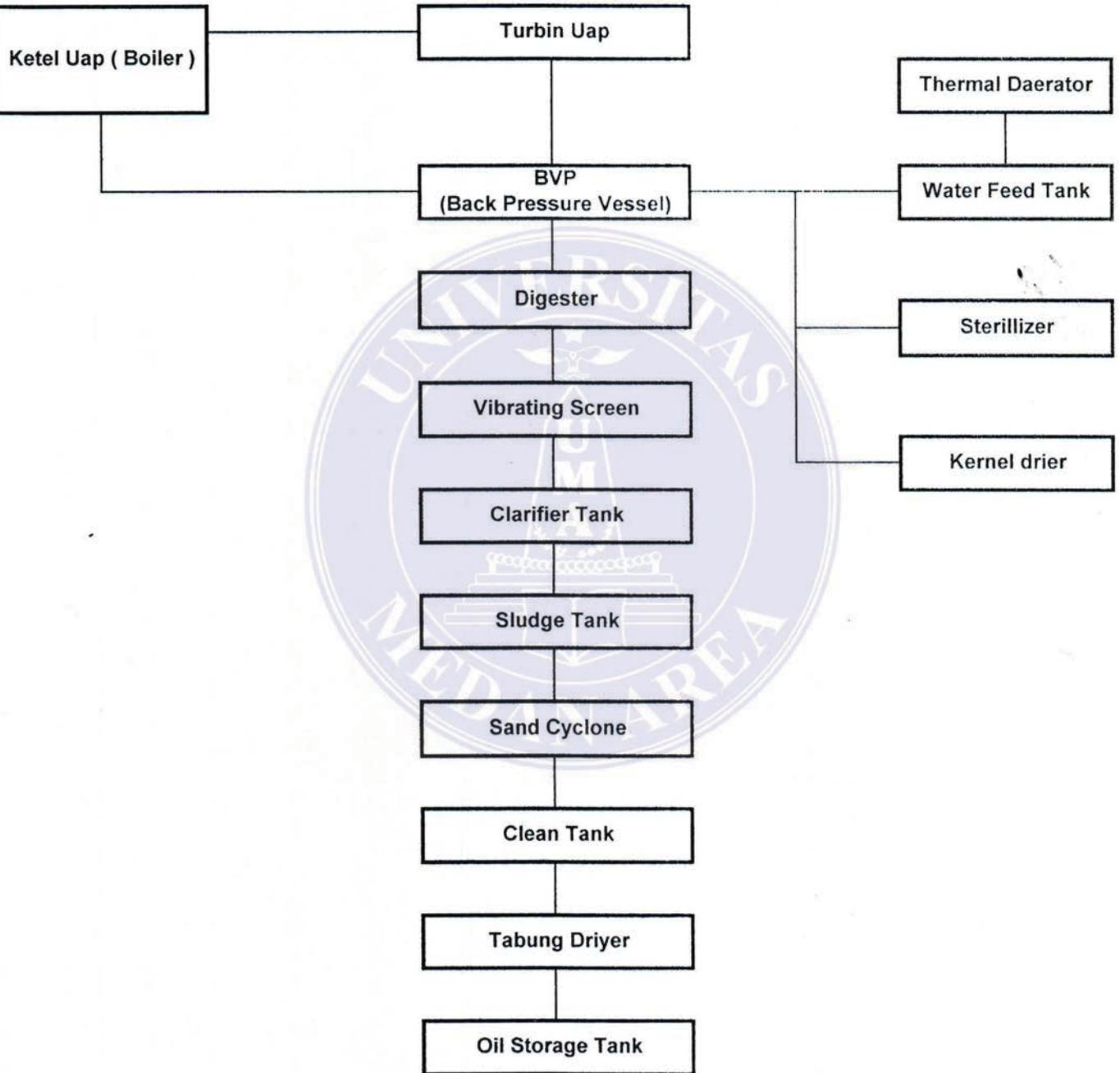
Dari uraian diatas maka penulis membatasi masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara menghitung kebutuhan uap pada proses pengolahan tandan buah segar.
2. Berapa kebutuhan uap yang dibutuhkan pada setiap stasiun proses pengolahan dan uap total yang dibutuhkan pada proses pengolahan kelapa sawit.





# Flow Steam Diagram PT. PP. London Sumatera Indonesia. Tbk Turangie Palm Oil Mill



Gambar 1.1 Diagram alir uap

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Ketel Uap

Ketel uap (boiler) adalah salah satu alat konversi energi yang merubah energi kimia dari bahan bakar melalui proses pembakaran menjadi thermal energi, kemudian energi panas yang dihasilkan dimanfaatkan untuk merubah air didalam ketel menjadi uap (steam).

Panas yang dibutuhkan untuk menguapkan air di dalam boiler diperoleh dari hasil pembakaran bahan bakar pada ruang bakar boiler. Energi panas yang dimiliki oleh uap dapat digunakan untuk peralatan yang memerlukan tenaga pemanas seperti, semua peralatan pengolahan yang ada di pabrik kelapa sawit.

#### 2.2 Bahan Bakar Ketel Uap

Agar uap yang di hasilkan oleh ketel mencapai apa yang diinginkan, dibutuhkan sejumlah panas. Dimana panas tersebut diperoleh dari proses pembakaran bahan bakar di dalam dapur. Untuk mendapatkan pembakaran yang sempurna diperlukan beberapa syarat antara lain :

1. Perbandingan pemakaian bahan bakar harus sesuai (cangkang dan serabut)
2. Udara yang dipakai harus mencukupi.
3. Waktu yang diperlukan untuk pembakaran harus cukup.
4. Panas yang cukup untuk memulai pembakaran.
5. Kerapatan yang cukup untuk merambatkan nyala api.

Adapun alasan pemakaian cangkang dan serabut sebagai bahan bakar didasarkan oleh beberapa faktor, yaitu :

1. Bahan bakar cangkang dan serabut cukup tersedia dan mudah diperoleh di pabrik.
2. Cangkang dan serabut merupakan limbah dari pabrik kelapa sawit apabila tidak digunakan.
3. Nilai kalor bahan bakar cangkang dan serabut memenuhi syarat untuk menghasilkan panas yang dibutuhkan.
4. Sisa pembakaran bahan bakar dapat digunakan sebagai pupuk untuk tanaman kelapa sawit.
5. Harga lebih ekonomis.

Cangkang adalah sejenis bahan bakar yang padat yang berwarna hitam berbentuk seperti batok kelapa dan agak bulat, terdapat bagian dalam pada buah kelapa sawit yang diselubungi oleh serabut. Pada bahan bakar cangkang ini terdapat berbagai unsur kimia antara lain: *Carbon (C)*, *Hidrogen (H<sub>2</sub>)*, *Nitrogen (N<sub>2</sub>)*, *Oksigen (O<sub>2</sub>)*, dan Abu.

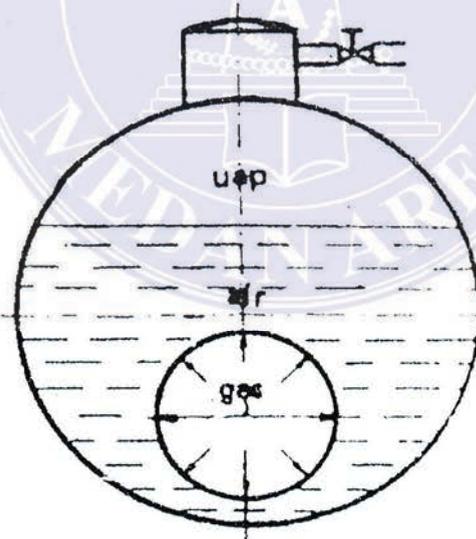
Serabut adalah bahan bakar padat yang berbentuk seperti rambut, apabila telah mengalami proses pengolahan berwarna coklat muda, cangkang ini terdapat dibagian kedua dari buah kelapa sawit setelah kulit buah, didalam serabut dan daging buah sawitlah CPO terkandung.

### 2.3 Uap.

Ada hal yang harus diketahui terkait dengan sifat-sifat yang penting dari steam, juga tentang pembentukan steam. Dalam bentuk yang sederhana, boiler dapat dimisalkan sebagai bejana atau sebuah bak logam yang tertutup dan sebagian diisi dengan air.

Boiler terdiri dari bejana yang dibuat dari logam dan di dalamnya terdapat suatu lorong api yang berguna untuk tempat/jalannya api atau gas sebagai pemanasnya, sedang disekeliling silinder api diisi dengan air.

Dengan adanya pemanasan dari lorong api, air tersebut akan dapat berubah menjadi steam dengan tekanan yang lebih tinggi dari pada tekanan udara luar. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 1 di bawah ini :

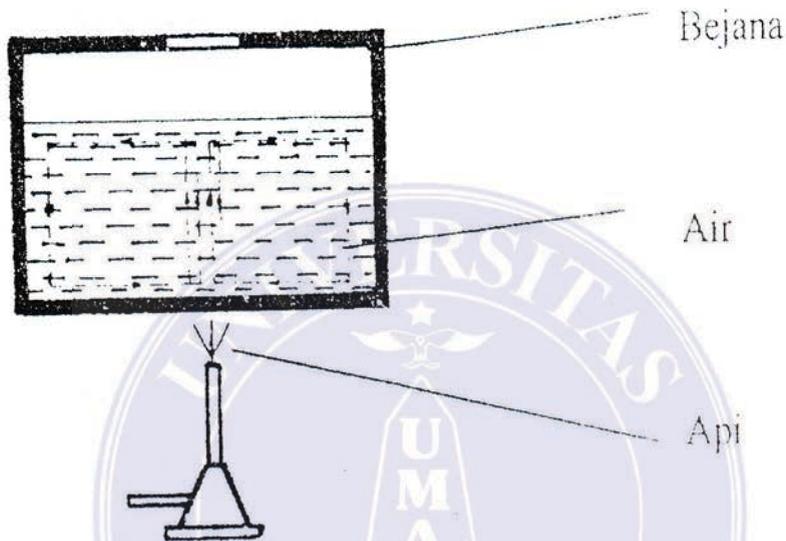


Gambar 2.1 Menunjukkan boiler sederhana.

Sebagian dari boiler yang berisi air disebut ruang air, sedangkan bagian dimana steam berkumpul dinamakan ruang steam. Apabila bejana tersebut dibukadengan tidak diberi pemanasan dan dibawa ke dalam tempat dimana erdapat suhu ruang yang normal, setelah beberapa waktu air tersebut akan berkurang.

Dalam hal ini terbukti, bahwa air tersebut menjadi steam, dengan tidak diberikan pemanasan tambahan. Kejadian ini disebut menguap, dan ternyata bahwa penguapan ini hanya terjadi pada bidang permukaan air. Dalam peristiwa ini, steam tidak dapat diambil manfaatnya, sebab tekanannya terlalu rendah dan pembentukan steam yang sangat lambat. Jadi dapat diketahui bahwa penguapan tersebut adalah peristiwa terbentuknya steam dengan secara lambat di atas permukaan air, yang dapat terjadi pada tiap macam suhu.

Untuk mendapatkan pembentukan steam yang cepat, maka perlu diadakan pemanasan. Dalam menempatkan pemanas (sumber panas) harus kita perhatikan, agar kemungkinan yang tidak diinginkan dapat dihindarkan. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.2. di bawah ini :



Gambar 2.2 Bak logam dipanaskan

Pada gambar di atas, panas dari pembakaran ini mula-mula memanaskan dinding boiler bagian luar, selanjutnya panas itu merambat ke dinding boiler bagian dalam, kemudian panas tersebut memanaskan air. Adapun air yang langsung mendapatkan panas ialah air pada bagian bawah. Oleh karena itu, air pada bagian bawah ini lebih panas dari pada bagian atasnya, maka air yang lebih panas akan naik ke atas dan air yang lebih dingin akan turun.

Air yang lebih dingin tersebut kemudian akan menjadi lebih panas pula daripada lapisan atasnya, sehingga air akan naik kembali. Dengan demikian akan terjadilah arus yang teratur dalam air oleh karena pemanasan, dalam hal ini disebutkan peredaran (sirkulasi). Peredaran ini sangat diperlukan untuk mempercepat pemanasan air seluruhnya, maka diperlukan penempatan sumber panas dalam Boiler serendah-rendahnya.

Apabila bagian air yang lain menjadi lebih panas dan karena suhu itu beredar, maka air yang beredar tersebut akan menjadi panas juga, sebab air yang panas akan memanaskan air yang dingin. Dengan peredaran air yang sempurna, akan dapat menaikkan suhu pada dinding boiler dengan teratur juga.

Dengan demikian dapat mencegah tegangan yang berbahaya pada dinding boiler atau pada sambungan silinder boiler tersebut. Dalam hal ini akan terjadi tegangan yang berbahaya, hingga dapat mengakibatkan pada tempat-tempat sambungan boiler menjadi bocor dan retak.

Maka dapat disimpulkan, bahwa boiler harus dibuat sedemikian rupa, sehingga air mati terjadi sedikit mungkin. Dalam air selalu ada udara, maka pada waktu pemanasan air itu terjadi penguapan udara, adapun udara yang keluar ini merupakan gelembung-gelembung udara.

Dengan pemanasan dilanjutkan, maka air yang terdekat dengan sumber panas akan mencapai titik didih terlebih dahulu, sedang air yang di atasnya baru hendak mendekati titik didih. Air yang telah mencapai titik didih tersebut selanjutnya akan terbentuk gelembung-gelembung uap. Gelembung-gelembung uap yang terjadi pada dasar bejana akan naik, karena berat jenis uap lebih kecil

daripada berat jenis air. Gelembung-gelembung uap setelah sampai pada lapisan air yang <sup>p</sup>agak dingin akan mengembun lagi.

Setelah seluruh bagian air tersebut mendidih, maka gelembung-gelembung uap tersebut akan keluar dari boiler melalui lubang yang telah terbuka. Selanjutnya bila pemanasan diteruskan, maka air sambil mendidih terus akan berubah menjadi steam. Sehingga secara garis besar steam biasa digolongkan dalam beberapa bagian;

#### 1. Steam Wet (uap basah)

Uap basah adalah uap yang mengandung partikel air dengan kata lain bahwa penguapan yang terjadi belum sempurna karena panas laten belum terserap seluruhnya.

#### 2. Steam Saturated (uap kering)

Uap kering adalah uap yang tidak mengandung partikel air karena panas laten sudah terserap seluruhnya.

#### 3. Steam Superheated (uap panas lanjut)

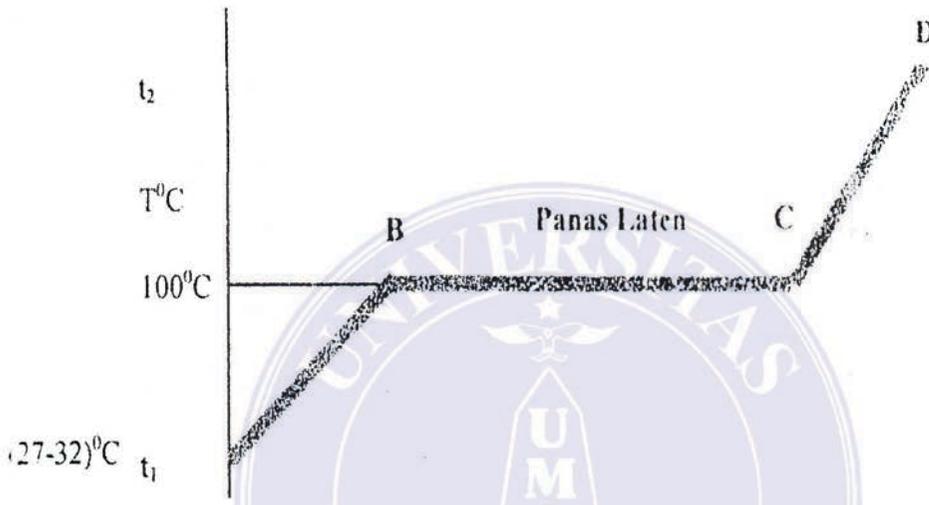
Uap panas lanjut adalah uap kering yang dipanaskan lagi dalam tekanan yang sama (*isobar*) sedangkan temperaturnya naik.

### 2.4 Proses Terbentuknya Uap Air

Kita ambil 1 kg es pada temperature  $-10^{\circ}\text{C}$ , kemudian kita panaskan dibawah tekanan standart.

Dapat di catat bahwa temperature es akan mulai naik sampai mendekati  $0^{\circ}\text{C}$ , seperti yang diperlihatkan oleh garis AB dalam gambar 3 di bawah.

Sesudah itu akan terlihat dua macam fasa yang bercampur yaitu fasa padat (es) dan fasa cair (air), seperti yang diperlihatkan pada garis BC, tidak ada kenaikan temperatur pada masa campuran ini hingga seluruh es mencair (terbentuknya air). Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.3. di bawah ini :



Gambar 2.3 Proses Pembentukan Uap

Jumlah energi panas yang diberikan selama proses transportasi BC yang berlangsung tanpa kenaikan suhu disebut panas lebur, besarnya 80 kkal/kg. Titik 0°C disebut titik lebur (titik beku) es. Bila pemanasan diteruskan terhadap 1 kg air pada suhu 0 °C (titik C) maka temperatur akan naik sampai 100 °C di bawah tekanan standart, seperti yang diperlihatkan pada garis CD.

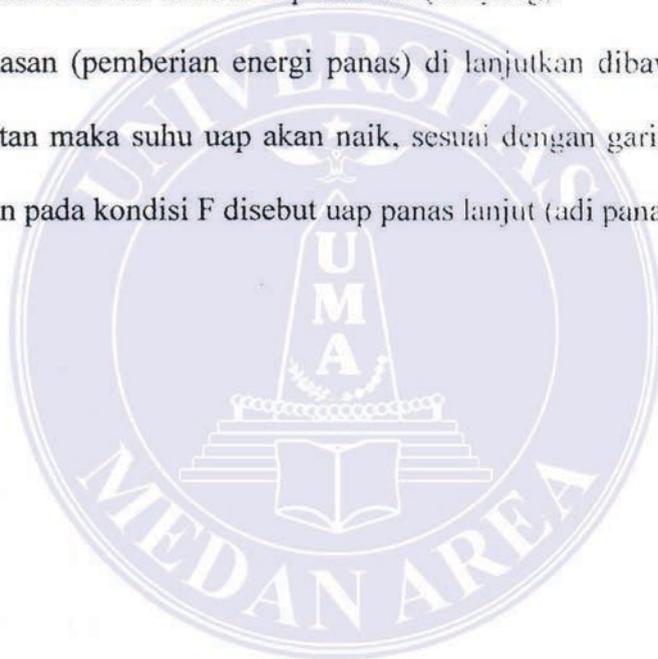
Bila proses pemanasan (penambahan energi panas) dilanjutkan sesuai garis DE dibawah tekanan standart, akan terlihat bahwa temperature tidak berubah. Sebagian dari air akan menjadi uap (fasa gas), jadi selama berlangsungnya

penambahan energi panas pada fasa campuran ini, temperatur tidak naik tetapi

energi panas terserap kedsalam proses. Akhir dari pada proses fasa campuran ini ialah terbentuknya uap air secara keseluruhan (disebut air mendidih) pada titik E. Titik E ditandal oleh suhu  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  dan tekanan standart  $1\text{ atm}$ . Angka  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  disebut titik didih air dibawah tekanan  $1\text{ atn}$  ( $1,033\text{ kg/cm}^2$ ).

Jumlah energi yang terserap selama proses transformasi DE disebut panas penguapan (panas laten) yang besarnya  $538,9\text{ kkal/kg}$ . Kondisi uap pada  $1,033\text{ kg/cm}^2$  absolute dan  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  disebut kondisi jenuh (saturasi). Uap yang terbentuk pada suhu dan tekanan saturasi disebut uap saturasi (kenyang).

Bila pemanasan (pemberian energi panas) di lanjutkan dibawah tekanan standart yang konstan maka suhu uap akan naik, sesuai dengan garis proses EF. Uap yang dihasilkan pada kondisi F disebut uap panas lanjut (adi panas).



## 2.5 Elemen-Elemen Utama Ketel Uap

Biasanya elemen-elemen utama ketel uap yang terdapat dipabrik- pabrik terdiri dari beberapa komponen, yang dapat kita lihat seperti dibawa ini :

### 2.5.1 Dapur Ketel

Pembakaran dalam ketel berguna untuk menimbulkan panas yang diperlukan untuk pembentukan uap. Panas diperoleh dengan membakar bahan bakar di dalam dapur ketel uap. Konstruksi dapur disesuaikan dengan jenis bahan bakar yang digunakan. Ketel uap yang terdapat di pabrik kelapa sawit (PKS) di sawit seberang menggunakan tungku bawah, dimana tungku bawah dikelilingi oleh pipa air yang dipanasi oleh nyala api sehingga penyerapan panas langsung diterima oleh bidang yang dipanasi.

### 2.5.2 Drum Ketel

Drum ketel merupakan pusat sirkulasi air dap uap. Dalam drum ketel ini dilengkapi dengan separator yang berfungsi sebagai alat pemisah air dap uap. Biasanya pada ketel uap pipa air terdiri dari drum atas dan drum bawah, dimana kedua drum tersebut dihubungkan oleh pipa.

### 2.5.3 Dinding Pipa Air

Salah satu bagian terpenting yang menyusun rangka dapur ketel adalah pipapipa wafer wall. Pipa water wall ini tersusun dan pipa-pipa yang berada pada sisi sebelah dalam dapur ketel. Fungsi dari pipa water wall ini adalah menerima panas dari bahan bakar yang terbakar pada ruang bakar. Dimana perpindahan panas terjadi secara radiasi, air yang berada dalam pipa water wall menyerap panas sehingga temperature naik dan berat jenisnya berkurang yang menyebabkan terjadinya sirkulasi air.

#### 2.5.4 Header

Header merupakan drum pembantu yang berbentuk silinder, yang berfungsi untuk mendistribusikan dan menampung uap air dari pipa water wall dan super heater. Pipa tersebut terletak diatas atau pada ujung pipa masuk dan ujung pipa keluar.

#### 2.5.5 Super Heater

Fungsi yang paling utama dari super heater adalah untuk memanaskan uap jenuh menjadi uap panas lanjut. Beberapa keuntungan dan super heater antara lain adalah :

- Uap panas lanjut yang dihasilkan oleh pipa super heater tidak lagi mengandung butiran air, sehingga dapat memenuhi syarat untuk dipakai didalam turbin uap.
- Dengan tekanan yang lama, uap panas lanjut mempunyai entalpi yang lebih tinggi dibandingkan dengan uap jenuh, sehingga daya yang dihasilkan lebih besar.

#### 2.5.6 Deaerator

Deaerator berfungsi sebagai alat pemanas air umpan sebelum dimasukkan kedalam drum ketel. Pada deaerator ini terjadi proses pennisahan oksigen dan gas-gas serta larutan lainnya dari air pengisian boiler.

#### 2.5.7 Kipas

Blower berfungsi untuk mensuplai dan mengeluarkan udara masuk dan keluar dari dapur. Blower ada dua macam yaitu :

- Blower tekan (Forced draft fan) yang berfungsi mensuplai udara masuk ke dalam ruang pembakaran.
- Blower isap (Induced draft fan) yang berfungsi untuk mengeluarkan gas asap pembakaran dari dalam dapur ke cerobong selanjutnya ke udara luar.

### 2.5.8 Cerobong Asap

Gas asap hasil pembakaran bahan bakar setelah air pemanas udara di buang supaya pembakaran berlangsung dengan baik. Untuk mempermudah pembuangan gas asap ini digunakan cerobong asap, hal ini dilakukan tarikan terhadap gas-gas, sehingga pengeluaran gas asap itu sempurna.

### 2.5.9 Alat-Alat Pengaman

Mengingat bahwa tekanan kerja dan temperatur ketel yang tinggi maka ketel harus dilengkapi dengan alat-alat sebagai berikut :

- Katup Pengaman (Safety Valve)
- Gelas Penduga Sight Glass)
- Kran Spei Air (Blow Down Valve)
- Pengukur Tekanan (Manometer)
- Kran Uap Induk
- Kran Pemasukkan Air

Uap yang dihasilkan oleh ketel uap (boiler) digunakan untuk peralatan-peralatan yang membutuhkan uap pada proses pengolahan kelapa sawit. Uap yang dihasilkan ketel uap (boiler) sangat menentukan kualitas dan kuantitas CPO yang dihasilkan oleh pabrik.

## 2.6 Tahapan Proses Pengolahan Buah Kelapa Sawit

Untuk prosedur pengolahan kelapa sawit di TOM (Turangie Oil Mill), tahapan – tahapan prosesnya biasanya diuraikan dengan berdasarkan fungsi dari masing – masing stasiun yang terdapat di PKS ini, adapun stasiun – stasiunnya adalah sebagai berikut :

### 2.6.1 Stasiun Penerimaan Buah (*Reception Stasiun*)

Stasiun ini berfungsi mengawasi TBS yang diterima. Pada stasiun ini pemeriksaan yang dilakukan adalah jumlah berat TBS.

Stasiun penerimaan buah ini terdiri dari beberapa unit kerja, yaitu :

#### 2.6.1.1 Jembatan Timbang (*Weighting Bridge*)

Timbangan ini memiliki kapasitas timbangan maksimal 40 ton.

Tujuan penimbangan adalah :

- a) Menimbang atau mengetahui jumlah kilogram buah atau ton buah yang masuk ke pabrik
- b) Menimbang atau mengetahui jumlah minyak yang dikeluarkan dari pabrik
- c) Menimbang jumlah kernel dan CPO yang dikeluarkan dari pabrik

#### 2.6.1.2 Penimbunan Buah (*Loading Ramp*)

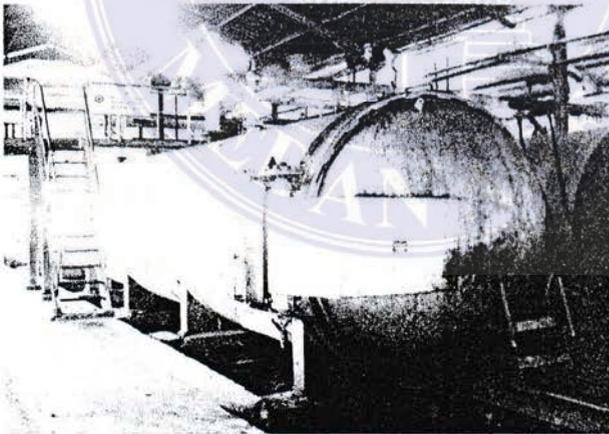
Setelah truk buah ditimbang, kemudian dibongkar di *Loding Ramp*. Pada kesempatan ini  $\pm 5\%$  dari jumlah truk buah disortasi untuk penilaian mutu. Selanjutnya buah dipindahkan ke keranjang Lorry rebusan yang berkapasitas  $\pm 4$  ton. *Loding ramp* berkapasitas  $\pm 640$  ton yang terdiri dari *Loading ramp* baru

yang mempunyai 12 pintu x 40 ton yaitu jumlahnya 480 ton, untuk *Loding ramp* lama mempunyai 4 pintu x 40 ton jumlahnya yaitu 160 ton. Jadi total keseluruhannya lebih kurang 600 ton. Penimbunan buah yang bermalam di *Loading ramp* dapat menurunkan mutu minyak sawit.

### 2.6.1.3 Lorry (*Fruit cage*)

Lorry adalah tempat buah direbus, yang mempunyai kapasitas penampung buah  $\pm$  4 ton. Lorry ini dibuat berlubang dengan diameter 0.5 inci yang berfungsi untuk mempertinggi penetrasi uap pada buah dan penetes air *condensate* yang terdapat diantara buah.

### 2.6.2 Stasiun Rebusan (*Sterilizer Station*)



Gambar 2.4 Stasiun Rebusan

Untuk mendapatkan rendemen minyak dari FFB, maka buah hendaknya harus direbus terlebih dahulu, sebelum diaduk dan dikempa (*pressed*). Proses ini dapat dilakukan melalui stasiun rebusan. Dimana *sterilizer* ini mempunyai kapasitas untuk memuat 7 lorry, yaitu sekitar 28 ton untuk satu *sterilizer*, dan PKS

TOM ini terdapat 4 buah *sterilizer*. Dan buah yang sudah berada didalam *sterilizer* kemudian akan dialiri uap panas selama  $\pm 100$  menit dengan tekanan  $\pm 3$   $\text{kg/cm}^2$ .

Pada proses perebusan dengan *steam process* yang dilakukan adalah *Three Cycle Peak*, proses yang terjadi adalah sebagai berikut :

**1) First Peak : 2.1 kg/cm**

- a) Memebuang udara yang terperangkap dalam *sterilizer*
- b) Mengurangi keaktifan (aktivitas) enzim lipase penyebab asam lemak bebas (ALB)

**2) Second Peak : 2.5 kg/cm**

- a) Mengurangi kadar air pada buah
- b) Proses awal pada *sterilizer*

**3) Triple Peak : 3 Kg/cm**

- a) Proses *sterilizer sempurna*
- b) Melekatkan antara cangkang dan kernel

Faktor – faktor yang diperhatikan untuk meningkatkan efisiensi pelepasan buah dalam proses perebusan antara lain :

**2.6.2.1 Pembuangan Udara**

Udara merupakan penghantar panas yang lambat dan berpengaruh negatif terhadap proses perebusan. Udara yang terdapat dalam bejana rebusan akan menurunkan tekanan. Oleh sebab itu udara yang terdapat dalam bejana rebusan hendaknya dikeluarkan terlebih dahulu, cara ini disebut daerace.

### 2.6.2.2 Pembuangan Air Kondensat

Uap air yang terkondensasi berada di dasar bejana rebusan yang merupakan penghambat dalam proses perebusan. Air yang terdapat dalam rebusan akan mengabsorpsi panas yang diberikan sehingga jumlah air semakin bertambah. Pertambahan ini yang tidak diimbangi dengan pengeluaran air kondensat akan memperlambat pencapaian tekanan puncak. Diperkirakan jumlah air kondensat 20 % (11 % dari TBS yang diolah, dan 9 % dari uap *sterilizer*) sehingga oleh beberapa pabrik dilakukan *Blow Down* terus - menerus melalui pipa. Cara ini dilakukan untuk mempermudah pada proses pengepresan.

### 2.6.2.3 Lamanya Perebusan

Lamanya waktu perebusan dengan efisiensi ekstraksi minyak adalah sebagai berikut :

1. Semakin lama perebusan buah maka biji yang terpilih semakin tinggi, atau persentase tandan yang tidak terpilih semakin rendah
2. Semakin lama perebusan buah maka biji yang semakin lejang dan menghasilkan biji yang lebih mudah pecah dan sifat lejang
3. Semakin lama perebusan buah maka biji akan kehilangan minyak dalam air kondensat semakin tinggi
4. Semakin lama perebusan buah maka kandungan minyak dalam tandan kosong semakin tinggi yaitu terjadinya penyerapan minyak oleh tandan kosong akibat terdapatnya rongga - rongga kosong

5. Semakin lama perebusan buah maka mutu minyak sawit akan menurun yang dapat diketahui dengan penurunan nilai *Deterioration Of Bleachability Index (DOBI)*

#### 2.6.2.4 Pembuangan Uap

Pembuangan uap dilakukan sesuai dengan sistem perebusan yang dilakukan. Uap dibuang melalui cerobong (*pipa steam*) yang berdiameter 8 inchi. Pembuangan uap ini dilakukan pada saat – saat puncak sebelum akhir perebusan yang bersamaan dengan pembuangan air kondensat, hal ini dilakukan agar penurunan tekanan dapat berlangsung dengan cepat. Dan pada akhir proses perebusan sebelum pembuangan uap, air kondensat dibuang terlebih dahulu dengan harapan kandungan air yang terdapat pada buah hasil rebusan tidak terlalu tinggi.

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

Stasiun penebah merupakan *mechanical feeding*, yang terdiri dari beberapa proses yaitu setelah melalui proses perebusan, *fruit cage* dibawa untuk proses selanjutnya sebagai berikut :

##### 2.6.3.1 Tippler

Tippler berfungsi sebagai tempat/alat untuk menuangkan buah dari fruit cage setelah melalui proses perebusan yang kemudian buah akan dituangkan ke bucket sebelum buah diangkat oleh bunch elevator.

### 2.6.3.2 Bunch Elevator

Pada stasiun ini, buah sawit yang sudah selesai direbus dibawa oleh sebuah elevator (*Bunch Elevator*) menuju Thresher. Cara kerja alat ini merupakan seperti mangkuk yang diikatkan pada sebuah rel, dimana rel ini yang berputar untuk membawa buah sawit tersebut menuju thresher.

### 2.6.3.3 Thresher

*Thresher* ini berupa *cage* berbentuk silindris yang berfungsi untuk memipil/melepaskan buah dari *bunches*, berfungsi sebagai alat untuk memisahkan antara buah dan janjangan, dengan sistem perputaran 360° sehingga buah yang memasuki terbanting- banting menghantam sudu- sudu dari thresher dan terpisah dari janjangan. Sedangkan buah yang jatuh dari thresher langsung jatuh ke *bottom conveyor* dan janjangan yang keluar dari thresher jatuh ke *bunch elevator* menuju bunch press.

### 2.6.3.4 Bunch Press

Bunch Press ini berfungsi untuk mengepres/melumat janjangan kosong yang sudah di proses oleh thresher, prinsip kerjanya sama dengan screw press. ini bertujuan untuk mengambil minyak yang masih terkandung di dalam janjangan kosong dan selanjutnya janjangan di proses kembali menjadi pupuk agar bisa digunakan di area pemulihan tanah dilapangan (*Land Application*). dan kemudian minyak yang dihasilkan dari Bunch Press di alirkan ke Bunch Press Liqour

Clarifier Tank untuk diolah kembali. minyak yang di hasilkan dari bunch Press ini cukup banyak sekitar 8% Oil wet x 0,07

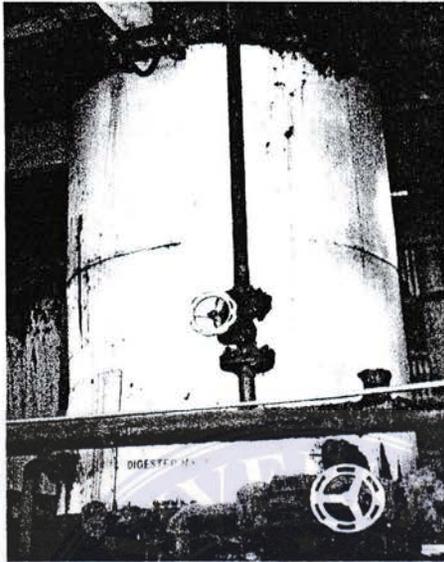
### 2.6.3.5 Empty Bunch Hopper

*Empty bunch hopper* ini adalah alat yang berfungsi sebagai penampung ampas sisa janjangan kosong yang telah diproses (dicacah- cacah) dari bunch press. Cara kerjanya ampas dari bunch press di bawa oleh *empty bunch elevator* menuju wadah penampung. Ini menggunakan sistim buka tutup manual yang di namakan *Empty Bunch Hopper*, pengangkutan *empty bunch* dari hopper diangkat secara kontiniu oleh truck pengangkut dan kemudian sisa ampas janjangan tersebut yang akan terurai selama waktu tertentu di mulching area (menjadi penambahan pupuk bagi tanaman sawit).

### 2.6.4 Stasiun Press (*Pressing Station*)

Pada stasiun press ini terdapat beberapa stasiun seperti digester dan screw press. Pada stasiun ini berfungsi sebagai stasiun pemecah, dimana buah yang melewati stasiun ini akan dipisahkan antara daging buah dan inti.

### 2.6.4.1 Pengaduk (*Digister*)



Gambar 2.5 Pengaduk

Setelah buah tandan *distripping*, buah yang terlepas siap di rebus diangkat oleh *bunch feeder elevator* untuk dilanjutkan ke *digester* melalui *Fruit distributing conveyor*, sedangkan buah yang berlebihan akan disalurkan kembali ke *stripper* atau *elevator bunch* dengan *conveyor recycle bunch*.

Didalam *digester* dilengkapi dengan sistem pemanasan uap, pisau adukan, buah siap rebus dan *pericarp* akan dilepas dari bijinya akibat gerakan adukan. Buah yang sudah dilunakkan tadi siap untuk dipress, agar sel minyak dapat dibebaskan dari ikatannya sebanyak mungkin.

### 2.6.4.2 Screw Press

Untuk mengekstraksi minyak kasar dari buah kelapa sawit yang telah mengalami proses *digester* adalah dengan cara *pressing* (pengempaan). Untuk

PKS TOM menggunakan *screw press (Electrical Hidrolic)*, yaitu buah yang telah dilumatkan pada proses *digester*, kemudian akan didistribusikan ke *screw press* melalui pintu *chute* yang berada disamping bawah *digester* untuk dilakukan proses pemerasan minyak kelapa sawit. Pengadukkan dan penekanan oleh pisau *digester* berfungsi mempermudah kerja *screw press*. Dan air panas pada *press cage* untuk memisahkan minyak dari *fibre* sehingga minyak yang tertinggal pada *fibre* sudah sesuai dengan SOP yang telah ditetapkan.

Di dalam *screw press* ini buah di pecah menggunakan ulir yang berputar, dan didalam ulir ini terdapat buah yang di press. Dimana di dalam *screw press* ini efisiensi harus di jaga benar- benar supaya minyak yang terkandung dalam ampas tidak tebuang sia- sia.

#### 2.6.5 Stasiun Klarifikasi (*Clarification Station*)

Minyak kasar yang diekstraksi dari buah sawit dengan pressing mengandung sejumlah air beserta ketidak murnian lainnya yang terdiri dari zat – zat organik, yang sebagian dalam bentuk zat padat yang tidak larut sedangkan sebagian lain dapat larut dalam air.

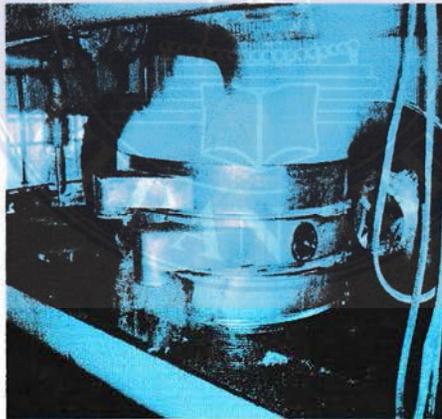
Untuk mendapatkan minyak sawit berupa produk yang bersih dan stabil dalam batas penampilannya yang dapat diterima yaitu mengandung kadar air 0.20 – 0.30 % dan kadar kotoran sampai dengan 0.03 %, sehingga air dan ketidakmurnian lainnya harus dihilangkan. Bagian PKS yang menangani proses ini disebut stasiun klarifikasi. Dari stasiun klarifikasi inilah diharapkan diperoleh 90 % minyak dan sisa lainnya adalah lumpur. Selain faktor tersebut, yang juga mempengaruhi kualitas dari CPO adalah asam lemak bebas (ALB).

Pada stasiun klarifikasi untuk memperoleh CPO (*Crude Palm Oil*) yang baik harus melalui beberap proses sebagai berikut :

### 2.6.5.1 Tangki Pengendapan Pasir (*Sand Trap Trank*)

Minyak kasar dari *screw press* melalui talang minyak (*oil Gutter*) disalurkan ke tangki pengendapan pasir yang diharapkan dapat menangkap pasir sebanyak mungkin yang terdapat dalam minyak kasar sebelum diteruskan keayakan getar yang pengendapannya dilengkapi dengan pipa pemanas untuk menginjeksi uap langsung, pipa pembuang dan pipa keluar (*over flow*) ke *vibrating screen*.

### 2.6.5.2 Ayakan Getar (*Vibrating Screen*)



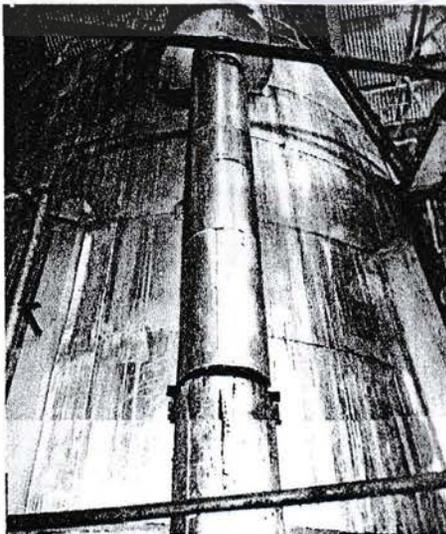
Gambar 2.6 Ayakan Getar

Fungsi dari ayakan getar adalah untuk menyaring unsur sabut yang tidak melarut dalam minyak kasar. Unsur zat padat yang dapat disaring berupa sabut pendek yang apabila tidak dikeluarkan akan mengganggu pada proses selanjutnya, misalnya dapat mempertinggi tingkat keausan dari pompa dan juga dapat menyebabkan tersumbatnya *nozzle sentrifugal*.

### 2.6.5.3 Tangki Minyak Kasar (*Dilution Crude Oil Tank*)

Tangki minyak kasar dipergunakan untuk menampung sementara minyak kasar dari ayakan getar sebelum disalurkan /pompakan ke tangki *settling*. Tangki minyak kasar ini dilengkapi dengan pipa masuk air panas dan pipa pemanas dengan *live steam injection*. Dalam tangki ini minyak kasar dipanaskan hingga 90 – 95 ° C.

### 2.6.5.4 Clarifier Tank



UNIVERSITAS MEDAN AREA Gambar 2.7 Clarifier Tank

*Clarifier tank* berfungsi untuk memisahkan minyak kasar dari *screw press* yang sudah diencerkan menjadi lapisan minyak atas dan lumpur bawah secara otomatis dan terus – menerus sepanjang minyak kasar itu diisikan ketangki ini.

*Clarifier tank* mempunyai *blade* yang berfungsi untuk mengaduk minyak lapisan atas dan lumpur sehingga emulsi – emulsi yang ada biasanya terpisah dan akhirnya didalam *clarifier tank* terjadi 3 lapisan, yaitu lapisan paling bawah lumpur, lapisan kedua minyak kasar dan lapisan ketiga minyak murni/bersih. Dan lapisan minyak kasar terus-menerus dipompakan ke *clarifier tank* sehingga tangki akan mengalami *over flow* sehingga lapisan minyak bersih akan dialirkan ke clean oil tank melalui suatu pipa keluar yang dilengkapi dengan skimmer yang dapat disetel naik turun untuk endapat ketinggian yang sesuai.

## 2.6.6 Pengolahan *Sludge*

### 2.6.6.1 *Sludge Tank*



Gambar 2.8 *Sludge Tank*

Melalui pipa *Over Flow* akan dialirkan ke *Sludge Tank* akan tetapi sebelum masuk ke *sludge tank*. lumpur akan melewati *vibrating screen* dahulu sebelum masuk ke *sludge tank*. Fungsi *sludge tank* hanya sebagai penampung sementara minyak kasar setelah melewati *clarifier tank* dan sebelum minyak kasar tersebut dipompakan oleh *precleaner pump* menuju *sand cyclone* untuk dilakukan proses selanjutnya.

### 2.6.6.2 Sand Cyclone

*Sand cyclone* berfungsi untuk menghilangkan (setidaknya) mengurangi semaksimal mungkin kandungan pasir yang ada didalam minyak kasar sebelum diolah lebih lanjut. Minyak kasar yang dipompakan ke *sand cyclone* secara tangensial sehingga menyebabkan butiran pasir terlempar ke dinding *cylindrical* dan *cyclone* oleh gaya sentrifugal, lalu menurun mengikuti suatu gerakan spiral dan melalui bawah konis *cyclone* bersama sejumlah kecil minyak. Minyak yang bersih dari pasir keluar dari bagian atas *cyclone* dan dialirkan ke suatu tangki umpan (*brush strainer*) yang berposisi cukup tinggi, sehingga dapat memberikan umpan ke *centrifuge* secara konstan dan dapat juga *over flow* kembali ke tangki dai mana minyak itu dipompakan.

*Sand cyclone* biasanya bekerja pada tekanan  $\pm 2$  bar dan dapat mengurangi kandungan pasir dari cairan hingga 0.04% s/d 0.06%. Cairan yang keluar bersamaan pasir dari bagian bawah konis masih mengandung sedikit minyak yang biasanya masih dapat dikutip kembali dengan dengan melalui suatu tangki pengendapan yang kecil. Dan pada *sand cyclone* terdapat *actuator* yang terletak

dibawah *sand cyclone* yang biasanya di stel agar membuka dan menutup sesuai dengan waktu yang kita inginkan untuk membuang endapan pasir.

### 2.6.6.3 Brush Strainer

*Brush strainer* digunakan untuk memisahkan sebagian *fiber* benda dan benda padat yang keluar dari minyak kasar yang dipompakan melaluinya, dan untuk mengurangi kemungkinan tersumbatnya pada *nozzle* (dalam *centrifuge*) sehingga dapat mengurangi beban kerja dari separator itu sendiri.

Minyak kasar dipompakan kedalam *strainer* melalui pipa masuk yang ada pada bagian tutup melewati saringan lalu keluar melalui mulut keluar. *Fiber* dan benda padat yang kasar akan tertahan pada bagian dalam saringan dan akan diikat oleh pengikat yang berputar. *Fiber* dan benda padat itu akan jatuh kebagian bawah tabung yang berbentuk kerucut dan dapat dikeluarkan secara manual ataupun otomatis. Diameter lubang berforasi dari penyaring berkisar antara 0.9 s/d 2.0 mm, untuk pengikatnya terbuat dari bahan *stainless steel*.

### 2.6.6.4 Balance Tank

*Balance Tank* ini berfungsi sebagai tempat penampungan *sludge* yang mengalir dari *brush strainer*. Selanjutnya *sludge* dari *balance tank* akan dialirkan menuju *sludge centrifuge* dan *sludge separator*.

### 2.6.6.5 Sludge Centrifuge

Berfungsi memisahkan air dengan minyak dengan prinsip sentrifugal (putaran vertikal) dimana didalamnya terdapat *bowl* yang dilengkapi dengan *nozzle*. Prinsip kerjanya minyak kasar yang diumpankan dari *balance tank* akan masuk ke *start bowl*, dan setelah *start bowl* terisi penuh maka mesin siap untuk dioperasikan. Sebagai penggeraknya *sludge sentrifuge* menggunakan sebuah motor listrik dengan kecepatan 1400 RPM, dan setelah putaran kerja tercapai maka akan terjadi pemisah antara minyak dengan air dengan prinsip *Sentrifugal*, yaitu benda yang berat jenisnya lebih berat (air) akan terlempar keluar dinding Sentrifugal melalui *nozzle* dan kemudian akan dikeluarkan untuk saluran ke *sludge fit*, sementara itu benda yang berat jenisnya lebih kecil (minyak) akan mengumpul ketengah dan melalui *holow shaft* akan dikeluarkan ke *oil box* melalui pipa untuk *recycling* kembali. Dan dari proses ini diharapkan minyak yang terikut ke lumpur adalah 7%.

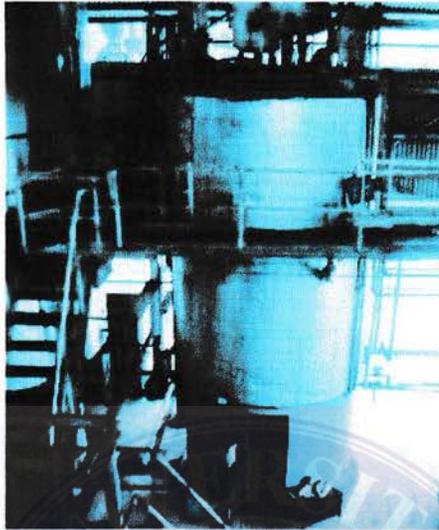
### 2.6.6.6 Sludge Separator

*Sludge separator* ini adalah alat yang mempunyai fungsi yang hampir sama dengan *sludge centrifuge*. Hanya saja perbedaannya terdapat pada prinsip kerjanya. Bila *centrifuge* memakai sistem putaran vertical, maka *sludge separator* bekerja dengan prinsip putaran horizontal.

### 2.6.7 Pengolahan Minyak

Pada stasiun ini berfungsi sebagai stasiun- stasiun pengolahan minyak yang mengolah minyak mentah sebelum disimpan ketangki penimbunan minyak (*Oil storage tank*). Dimana dapat dilihat perinciannya seperti dibawah ini :

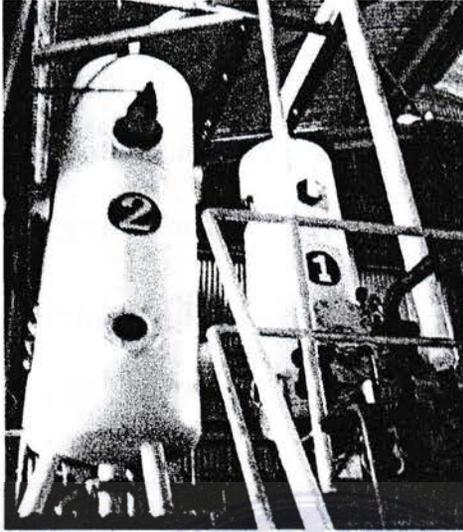
### 2.6.7.1 Tangki Pemurni Minyak (*Clean Oil Tank*)



Gambar 2.9 Clean Oil Tank

Minyak yang berasal dari *clafier tank* masih mengandung sejumlah air ( $\pm 45\%$ ) dan kotoran lainnya, sehingga masih perlu dibersihkan. Minyak tersebut dibilas atau dibersihkan di dalam *clean oil tank*. *Clean oil tank* ini berkapasitas  $\pm 30$  ton, dan juga dilengkapi dengan *automatic drain* yang berfungsi untuk membuang lumpur dari minyak yang ada di *clean oil tank*. *Automatic drain* ini berlangsung setiap 5 menit sekali.

### 2.6.7.2 Pengeringan Minyak (*Oil Drier*)



Gambar 2.10 Tabung Drier

Minyak yang keluar dari pemurnian minyak masih mengandung sejumlah air yang melarut dalam minyak yang dapat menyebabkan peningkatan FFA selama penimbunan dan penggempalan. Oleh karena itu, minyak harus dikeringkan lebih lanjut agar mencapai suatu kandungan air 0.8 – 0.10 % sebagai langkah terakhir dalam proses ekstraksi minyak sawit. Pengeringan jenis *vacuum* pada dasarnya terdiri dari tiga bagian yakni tabung *drier*, pompa sebagai *vacuum* dan *kondensor*. Tapi sebelum masuk ke tabung *drier*, minyak terlebih dahulu masuk ke dalam *float tank*.

Tabung *drier* adalah suatu bejana yang dikonstruksikan untuk melayani proses *vacuum* yang diberikan oleh pompa. Minyak dengan temperatur  $\pm 80^{\circ}\text{C}$  dispraykan kedalam bejana sehingga menurun ke dasarnya dan melalui plat penghalang didalamnya. Akibat *vacuum* kandungan air melarut dalam minyak menjadi menguap dan keluar dari bagian atas bejana kedalam *kondensor*.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 28/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

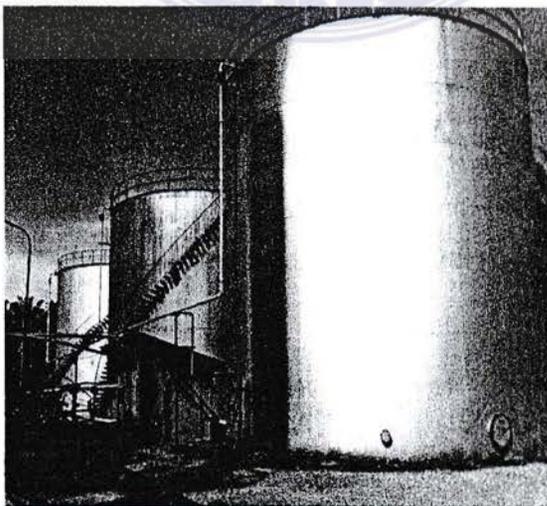
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)28/8/23

*Kondensor* ini juga terletak dibawah *vacuum*, dengan air dingin yang dipompakan dan dispraykan kedalamnya sehingga menyentuh uap itu lalu menjadi kondensat. Biasanya air kondensat ini keluar dari bagian bawah kondensor melalui suatu pipa vertikal yang panjang. Tabung *drier* dan kondensor harus dipasang di level yang tinggi untuk mengeluarkan air kondensat.

Minyak yang kering meninggalkan tabung *drier* dari bagian bawah bejana, dan biasanya disedot dengan pompa yang dapat mengatasi gaya *vacuum* dalam bejana dan mengirim minyak itu ke tangki timbun sambil melalui *cooler* berupa *heat exchanger* jenis plat dengan air sebagai media pendingin. *Cooler* ini sebetulnya bukan bagian dari pengering *vacuum*, namun sangat dibuthkan untuk mendinginkan minyak menjadi  $\pm 50^{\circ} \text{C}$  sebelum ditimbun, namun sangat dibutuhkan untuk menurunkan tingkat oksidasi selama penimbunan ini berlangsung.

### 2.6.7.3 Oil Storage Tank



Gambar 2.11 Oil Storage Tank

Minyak dari *vacuum drier* dipompakan oleh *oil transfer pump* menuju ke *oil storage tank*. Oil storage tank ini berfungsi sebagai tangki timbun, yakni tangki penyimpanan akhir dari minyak yang telah siap diproses. Selanjutnya CPO siap di *despatch* untuk dipasarkan.

### 2.6.7 Stasiun Kernel Plant

Buah *digester* yang diproses minyaknya melalui *screw press* akan menghasilkan ampas yang terdiri dari serabut (*fibre*) dan biji (*nut*). Sebelum *fiber* dan *nut* masuk ke *derpericarper* terlebih dahulu melewati *cake breaker conveyor* (CBC) dengan tujuan untuk memisahkan *fibre* dan *nut*, agar lebih mudah dipisahkan pada saat melewati *fibre cyclone*.

#### 2.6.8.1 Cake Breaker Conveyor

CBC adalah *conveyor* yang dilengkapi dengan sejumlah *paddle*. CBC ini berputar dengan kecepatan 3 RPM. CBC ini berfungsi untuk memisahkan biji dan serat yang masih basah sehingga mudah terhisap ke *fibre cyclone* dan juga sebagai alat transportasi untuk biji ke *depricarper* dan serat ke *fibre cyclone*. Sudut *paddle* pada CBC dapat distel untuk mengatur ampas bertahan agak lama sehingga serat dan *nut* dapat benar – benar terpisah dan cukup kering sehingga mempermudah proses selanjutnya.

### 2.6.8.2 Depricarper (Nut Polishing Drum)

Nut yang tidak terhisap oleh fan akan terjatuh karena gaya gravitasi dan kemudian akan masuk ke depricarper. Nut kemudian akan dipisah dari serat-serat yang masih melekat pada nut, dengan drum polish biji yang dirancang agar biji yang jatuh dari kolom vertikal dapat bergerak menuju keujungnya dan sejalan dengan gerakan ini biji – biji yang berdekatan akan saling bergesekan sehingga mampu melepaskan sabut yang asih melekat. Bagian pertama dari ujung drum dilengkapi dengan dinding plat yang berporasi yang berdiameter kecil sehingga butiran yang kecil berupa kernel pecah dan ampas lainnya dapat keluar melalui lubang perforasi.

Bagian kedua ujung drum juga dilengkapi dengan lubang berporasi tetapi dengan diameter yang lebih besar dari sebelumnya sehingga nut dapat keluar dari lubang itu. Tangkai janjangan dan benda lain yang lebih besar dari diameter lubang berporasi akan keluar melalui ujung yang terbuka. Drum ini bergerak dengan kecepatan 9 s/d 15 RPM.. Melalui conveyor nut akan dibawa ke nut elevator dan setelah dari nut elevator akan dibawa ke nut hopper dan selanjutnya biji ini akan dipecah yaitu memisahkan antara cangkang (shell) dengan intinya (kernel).

### 2.6.8.3 Fibre Cyclone

Setelah ampas melalui CBC dan sudah tidak menggumpal lagi, kemudian dilanjutkan lagi untuk dipisahkan antara fiber dan nut. Fiber dan nut dipisahkan dengan cara menyedot fiber dengan dengan fan.

Dengan kecepatan aliran udara 6 m/det benda yang lebih ringan (fiber) akan terhisap dan benda yang lebih berat (nut) akan terjatuh.

#### 2.6.8.4 Ripple Mill

Merupakan pemecah (pengupas) *shell* dengan *kernel*. *Ripple* ini terdiri dari rotor yang berputar pada poros horizontal dengan kecepatan  $\pm 960$  RPM dan stator yang merupakan plat bergelombang (*Ripple Plate*). Pada rotor terdapat batangan besi bulat berupa baja khusus yang berdiameter  $\pm 19$  mm, dan terbagi dalam tiga ruangan yang dipisahkan dengan dua plat rotor yang juga berfungsi sebagai pemegang batangan. Efisiensi dari alat ini adalah 90 - 92 %.

#### 2.6.8.5 Penggreder Biji (*Vibrating Grade*)

Dari pemecahan sejumlah biji yang belum pecah akan keluar bersamaan dengan campuran kernel dan cangkang yang harus dipisahkan untuk selanjutnya dikembalikan ke pemecah biji agar diulangi proses pemecahannya.

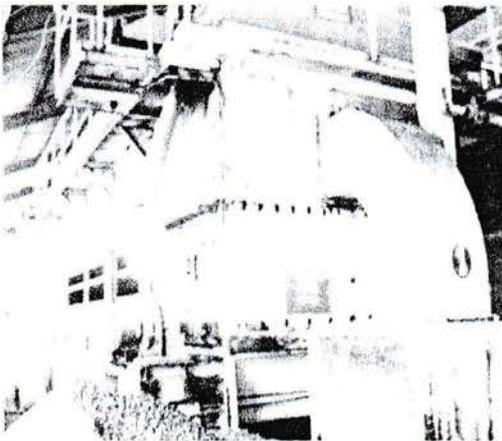
Penyaring getar mempunyai ukuran yang sesuai, yaitu antara jarak batangan yang tepat dapat dilalui oleh kernel dan cangkang, biji yang belum pecah akan keluar dari ujung penyaring getar untuk selanjutnya disirkulasi kembali ke pemecah biji (*Ripple mill*), sedangkan biji yang sudah dipisahkan dari cangkangnya dan masih bercampur akan dipisahkan lagi pada proses selanjutnya.

### 2.6.8.6 Pemisah Cangkang dan *Kernel*

Pemisah *kernel* dari cangkang dapat dilakukan dengan sistem udara (*Pneumatic*) yang membedakan berat dari partikel cangkang, cara pemisahan ini dikenal dengan pemisahan kering (*Dry separator*).

Prinsip kerjanya memanfaatkan berat jenis yang berbeda antara *kernel* basah dan cangkang dengan larutan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) yang bisa menyebabkan mengapungnya *kernel* dan tenggelamnya cangkang. *Clay bath* terdiri dari satu tangki lumpur dan satu tangki bath. *Clay bath* diisi dengan larutan lumpur dari tanah liat atau kaolin ( $\text{CaCO}_3$ ) yang disirkulasi terus menerus dengan pompa untuk mencegah mengendapnya lumpur. Campuran cangkang dan *kernel* diumpankan kedalam tangki bath, *kernel* yang mengapung dapat mengalir keluar secara terus menerus dan cangkang yang tenggelam akan keluar dari bagian bawah tangki bath. Penyaring getar diperlukan untuk pembuangan air lumpur dari *kernel* dan cangkang yang sudah terpisah.

### 2.6.8.7 Pengerigan *Kernel* (*Kernel Drier*)



Gambar 2.12 Pengerigan *Kernel*

*Kernel* yang keluar dari clay bath biarpun sudah dipisahkan dari air melalui penyaring getar, harus dikeringkan sebelum ditimbun. Hal ini bertujuan mencegah rusaknya kernel akibat pertumbuhan lumut. Pada *kernel drier* pengeringan akan dilakukan dengan dua step, pengeringan yang pertama dilakukan pada temperatur 80°C, dan agar proses pengeringan kernel berjalan dengan optimal, maka proses pengeringan ini dibantu dengan sebuah konveyor yang berfungsi untuk meratakan dan membalik kernel agar pengeringan kernel benar – benar merata. Pada step yang kedua proses dilakukan pada temperature 70 °C. proses pengeringan kernel ini memanfaatkan uap yang dihasilkan dari boiler dan melalui head exchanger uap tadi akan diubah menjadi panas yang kemudian akan dihembuskan dengan kipas (*fan*) ketempat pengeringan yang dimanfaatkan untuk proses pengeringan kernel. Batas dari kandungan air yang diperbolehkan adalah 7 %.

#### 2.6.8.7 Bulking Silo

Setelah proses pengeringan *kernel* akan dibawa ketempat penimbunan sebelum akhirnya dijual. *Kernel* kering dari silo pengeringan tidak dapat dihindari masih mengandung sejumlah cangkang Dimana jumlahnya terlalu banyak (batas  $\pm$  6 %). *Kernel* kering ini akan dibawa ke *bulking silo* dengan menggunakan *fan*.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Jenis Penelitian**

Adapun jenis penelitian yang digunakan adalah :

##### **3.1.1 Studi Pustaka**

Untuk mendapatkan gambaran teoritis yang berhubungan dengan perhitungan kebutuhan uap untuk proses pengolahan TBS kelapa sawit.

##### **3.1.2 Studi Lapangan**

Untuk mengetahui secara aktual dan kongkrit tentang perhitungan kebutuhan uap untuk proses pengolahan TBS kelapa sawit.

##### **3.1.3 Analisa**

Suatu proses penelitian yang dilakukan untuk menghasilkan gambaran atau kesimpulan akhir dari data lapangan yang diperoleh.

#### **3.2 Tempat dan Waktu Pelaksanaan Penelitian**

##### **3.2.1 Tempat Pelaksanaan Penelitian**

- a. penelitian ini dilaksanakan setelah tanggal pengesahan usulan oleh pengelola Program Studi Teknik Mesin sampai dinyatakan selesai.
- b. Penelitian serta kegiatan menganalisa dilakukan di PT. PP. London Sumatera Indonesia. Turangie Palm Oil Mill, rumah, rental komputer dan perpustakaan.



### 3.2.2 Waktu Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama 2 bulan, terhitung sejak bulan april 2010 sampai dengan bulan juli 2010.

### 3.2.3 Tabel kegiatan

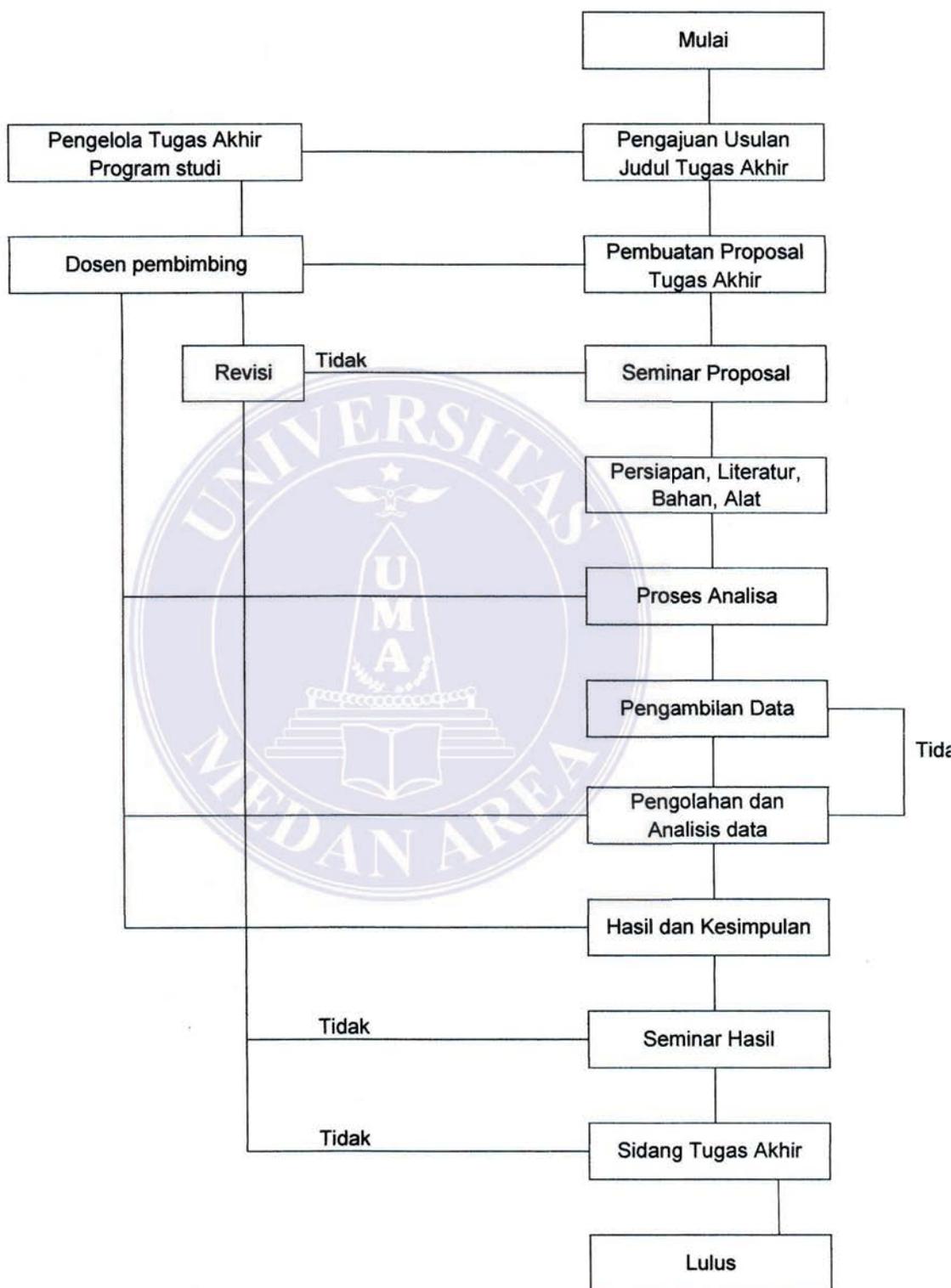
Analisa ini direncanakan selesai mulai dari persiapan hingga selesai dalam waktu enam bulan. Agar tugas akhir ini dapat dilakukan dengan baik maka dibuatlah/ di susun suatu jadwal pelaksanaan seperti di bawah ini.

**Tabel kegiatan**

No	Kegiatan	Bulan					
		4	5	6	7	8	9
1	Persiapan : Tentative, Usulan Analisa						
2	Proposal						
3	Seminar Proposal						
4	Persiapan : - Literatur						
	- Bahan						
	- Alat						
5	Proses Analisa Data						
6	Pengambilan Data & Pengolahan dan Analisis Data						
7	Hasil dan Kesimpulan						
8	Penyusunan/ Pembuatan Laporan						
9	Seminar Hasil						
10	Perbaikan, Penyempurnaan Tugas Akhir						
11	Sidang Tugas Akhir ( Meja Hijau )						

### 3.3 Diagram Alir pelaksanaan Analisa

Pelaksanaan analisa seperti terlihat pada diagram alir ( Gambar 3.1 )



### 3.3.1 Pengajuan Usulan Judul Tugas Akhir

Judul diambil sesuai kemampuan/ pemahaman tentang perhitungan kebutuhan uap, setelah pengajuan judul diterima dilanjutkan dengan pembuatan proposal untuk salah satu syarat seminar proposal.

### 3.3.2 Studi literatur

Studi literature dilaksanakan untuk mendapatkan gambaran secara teoritis mengenai Perhitungan Kebutuhan Uap untuk proses pengolahan TBS kelapa sawit.

### 3.3.3 Pengambilan data

- a. Data- data yang dikumpulkan melalui peninjauan lapangan terhadap objek penelitian.
- b. Perhitungan- perhitungan mengenai perhitungan kebutuhan uap pada tiap- tiap stasiun proses.

### 3.3.4 Hasil dan Kesimpulan

- a. setelah selesai melakukan penelitian diperoleh beberapa kesimpulan dan saran- saran dalam menganalisa perhitungan kebutuhan uap.
- b. Data- data yang diperoleh disajikan dalam bentuk teks atau gambar, analisa dilakukan secara kuantitatif, yaitu dengan menggunakan rumusan- rumusan atau persamaan- persamaan yang berlaku.

### 3.3.5 Seminar Hasil dan Sidang Tugas Akhir

- a. Dalam seminar hasil dilihat hasil dari riset atau penelitian bila dalam penulisan ataupun banyak terdapat kesalahan akan direvisikan kembali oleh dosen pembimbing.
- b. Setelah Skripsi selesai dan tidak ada kesalahan lagi akan diadakan sidang tugas akhir dan menentukan kelulusan.



## BAB IV

### ANALISA HASIL & PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Survey Lapangan

Hasil kerja praktek yang dapat diambil adalah spesifikasi dari peralatan ketel uap jenis pipa air, adapun spesifikasi dari ketel uap yang digunakan di PT.PP London Sumatera Indonesia Tbk. Turangie Palm Oil Mill adalah sebagai berikut :

Nama Peralatan	: Ketel Uap
Jenis	: Pipa Air
Merck	: TAKUMA
Buatan	: PT. Super Andalas Steel Medan Indonesia
Serial	: N - 600 SA
Tekanan Maximum	: 23 Kg/cm <sup>2</sup>
Kapasitas Uap Maximum	: 20.000 Kg/Jam
Tekanan kerja Ketel Uap	: 18 - 20 Kg/cm <sup>2</sup>
Suhu Air Umpan	: 95 - 105 °C
Diameter pipa ketel	: 3 Inchi
Bahan Bakar ketel	: Serabut dan Cangkang

Tabel 1. Komposisi Tandan Buah Segar (TBS)

<b>Kandungan</b>	<b>Persentase (%)</b>
Air	9,16
Cangkang	6,00
Inti	6,03
Lumpur	21,58
Minyak	23,73
Serabut	13,5
Tandan kosong	20,00
Jumlah	100

Tabel 2. Komposisi Bahan Bakar

<b>Nama Unsur</b>	<b>Serabut</b>	<b>Cangkang</b>
Carbon (C)	40,15	61,34
Hidrogen (H <sub>2</sub> )	4,25	3,25
Oksigen (O <sub>2</sub> )	30,12	31,16
Nitrogen (N <sub>2</sub> )	22,29	2,45
Abu	3,19	1,8

## 4.2 Uap yang dibutuhkan pada setiap stasiun proses pengolahan

Cara menghitung kebutuhan uap pada proses pengolahan Tandan Buah Segar adalah dengan cara mengetahui berapa panas yang dibutuhkan pada suatu proses pengolahan, sesuai dengan persamaan di bawah ini :

$$Q = m \cdot C_p \cdot \Delta t$$

Dimana :

Q = Panas yang dibutuhkan (Kkal /Jam )

m = Masa alir TBS (Kg/jam; )

C<sub>p</sub> = Panas jenis rata-rata (Kkal / Kg °C )

Δt = Perbedaan temperatur (°C )

Karena sesuai dengan penerapan hukum kekekalan energi dimana panas yang diberikan uap sama dengan panas yang diterima oleh suatu proses, sesuai dengan persamaan dibawah ini :

$$Q = Q_{\text{uap}}$$

$$Q = m_u \cdot h_u$$

**4.2.1 Analisa kebutuhan uap pada stasiun perebusan dengan tekanan 2,8 - 3,0 Kg/cm<sup>2</sup> pada temperature 135 °C.**

Tabel 3. Komposisi kelapa sawit pada stasiun perebusan

<b>Kandungan</b>	<b>Persentase (%)</b>	<b>Massa (Kg/jam)</b>	<b>Cp (Kkal/Kg<sup>0</sup>C)</b>	<b>m . Cp (Kkal/Jam)</b>
Air	12,96	129,6	1	129,6
Cangkang	5,02	50,2	0,4	20,08
Inti	6,03	60,3	0,38	22,914
Lumpur	21,58	215,8	0,35	75,53
Minyak	22,37	223,7	0,53	118,561
Serabut	12,19	121,9	0,43	54,417
Tandan kosong	19,58	195,8	0,4	78,32
<b>Jumlah</b>	<b>100</b>	<b>1000</b>	<b>3,49</b>	<b>499,422</b>

$$Q_{st} = m \cdot c \cdot \Delta t \dots\dots\dots (\text{Fisika Universitas I, Sears Zemansky.377})$$

Dimana :

$Q_{st}$	= Panas yang dibutuhkan	(Kkal /jam)
$m$	= Massa alir TBS (1 ton TBS/jam)	(Kg /jam)
$c$	= Panas jenis rata-rata	(Kkal / Kg <sup>0</sup> C)
$\Delta t$	= Selisih temperature masuk dan keluar	( <sup>0</sup> C)
$t_1$	= Temperatur TBS masuk	(27 °C)
$t_2$	= Temperatur TBS keluar	(90 °C)

$$c = \frac{\sum(mx Cp)}{\sum m}$$

$$c = \frac{499,422}{1000} \text{ Kkal / kg } ^\circ\text{C}$$

$$= 0,4994 \text{ Kkal / Kg } ^\circ\text{C}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} Q_{st} &= m \cdot c \cdot \Delta t \\ &= 1000 \text{ Kg} \cdot 0,4994 \text{ Kkal / Kg } ^\circ\text{C} \cdot (90 - 27) ^\circ\text{C} \\ &= 31462,2 \text{ Kkal /jam} \end{aligned}$$

Adanya kerugian panas akibat adanya ruang kosong. Maka panas yang diserap oleh dinding dan lori (diasumsikan 30%) ..... (Maka untuk 2 buah sterilizer :

$$\begin{aligned} Q_{st} &= Q_{st} \cdot (1 + 2 \cdot 0,3) \\ &= 31462,2 \text{ Kkal /jam} \cdot 1,6 \\ &= 50339,52 \text{ Kkal /jam} \end{aligned}$$

Panas yang dibutuhkan untuk menguapkan air yang terdapat pada tandan buah adalah:

$$Q_a = m_a \cdot L_a$$

Dimana :

$Q_a$  = Panas yang dibutuhkan

$m_a$  = Massa air dalam TBS

$L$  = Panas laten penguapan pada tekanan 3 Kg / cm<sup>2</sup>

$L_a$  = 561 Kjoule / kg

$$= 133,986 \text{ Kkal / Kg}$$

Maka :

$$\begin{aligned} Q_a &= 129,6 \text{ Kg /jam} \times 133,986 \text{ Kkal / Kg} \\ &= 17364,604 \text{ Kkal /Jam} \end{aligned}$$

Jadi panas yang dibutuhkan di sterilizer adalah :

$$\begin{aligned} Q_{\text{tot}} &= Q_{\text{St}} + Q_a \\ &= 17364,604 \text{ Kkal /Jam} + 50339,52 \text{ Kkal / jam} \\ &= 67704,124 \text{ Kkal /Jam} \end{aligned}$$

Dengan penerapan hukum kekentalan energi dimana panas yang diberikan uap = panas yang diterima oleh rebusan.

Dimana kondisi uap keluar dari BPV :

$$\begin{aligned} T_{\text{BPV}} &= 135 \text{ }^\circ\text{C} \\ H_{\text{BPV}} &= 2159,6 \text{ KJ / Kg} \\ &= 515,8 \text{ Kkal / Kg} \end{aligned}$$

Kondisi uap keluar dari proses :

$$\begin{aligned} T_{\text{UB}} &= 105 \text{ }^\circ\text{C} \\ H_{\text{UB}} &= 440,15 \text{ KJ / Kg} \\ &= 105,1 \text{ Kkal / Kg} \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} H_U &= H_{\text{BPV}} - H_{\text{UB}} \\ &= 515,8 \text{ Kkal / Kg} - 105,1 \text{ Kkal / Kg} \\ &= 410,7 \text{ Kkal / Kg} \end{aligned}$$

Jadi massa tiap di stasiun sterilizer adalah :

$$M_u \cdot h_u = Q_{total}$$

$$M_u = \frac{Q_{total}}{h_u}$$

$$= \frac{67704,124}{410,7} \text{ Kg / jam}$$

$$= 164,85 \text{ Kg / jam}$$

#### 4.2.2 Analisa kebutuhan uap pada stasiun pengepahan (Digester)

Tabel 4. Komposisi kelapa sawit pada stasiun pengepahan

Kandungan	Persentase (%)	Massa (Kg/jam)	Cp (Kkal/Kg <sup>0</sup> C)	m . Cp (Kkal/Jam)
Cangkang	5,02	50,2	0,4	20,08
Inti	6,03	60,3	0,38	22,914
Lumpur	21,58	215,8	0,35	75,53
Minyak	22,37	223,7	0,53	118,561
Serabut	12,19	121,9	0,43	54,417
Tandan kosong	9,81	98,1	1	98,1
Jumlah	77,00	770,0	3,09	389,602

Dimana pada stasiun pengupasan ditambahkan air panas agar pada saat dipress lebih mudah.

Maka untuk satu ton TBS/jam, panas yang dibutuhkan pada pengepahan (digester) adalah :

$$Q_{dg} = m \cdot c \cdot \Delta t$$

Dimana :

$$T_1 = \text{Temperature TBS masuk} \quad (60^\circ\text{C})$$

$$t_2 = \text{Temperature TBS keluar} \quad (95^\circ\text{C})$$

$$c = \frac{\sum(mx C_p)}{\sum m}$$

$$c = \frac{389,602}{770} \text{ Kkal / Kg } ^\circ\text{C}$$

$$= 0,506 \text{ Kkal / Kg } ^\circ\text{C}$$

Sehingga :

$$Q_{dg} = m \cdot c \cdot \Delta t$$

$$= 770 \text{ Kg} \cdot 0,506 \text{ Kkal / Kg } ^\circ\text{C} \cdot (95 - 60) ^\circ\text{C}$$

$$= 13636,7 \text{ Kkal / Jam}$$

Kerugian panas akibat dinding digester, maka untuk 2 buah digester (diasumsikan 30 %) ..... (Diperoleh dari PT. PP. London Sumatera Indonesia Tbk. Turangie Palm Oil Mill)

$$Q_{dg} = Q_{dg} \cdot (1 + 2 \cdot 0,3)$$

$$= 13636,7 \text{ Kkal / jam} \cdot 1,6$$

$$= 21818,72 \text{ Kkal / jam}$$

Panas yang diberikan uap yang keluar dari BPV (*Back Pressure Vessel*)

$$T_{BPV} = 135^\circ\text{C}$$

$$H_{BPV} = 2159,6 \text{ KJ / Kg}$$

$$= 515,8 \text{ Kkal/Kg}$$

Maka :

$$M_u = \frac{Q_{dg}}{h_u}$$

$$M_u = \frac{21818,72}{515,8} \text{ Kg / jam}$$

$$M_u = 42,30 \text{ Kg / jam}$$

### 4.2.3 Analisa kebutuhan uap pada stasiun klarifikasi

Tabel 5. Komposisi kelapa sawit pada stasiun klarifikasi

Kandungan	Persentase (%)	Massa (Kg/jam)	Cp (Kkal/Kg <sup>0</sup> C)	m . Cp (Kkal/Jam)
Lumpur	21,58	215,8	0,35	75,53
Minyak	22,37	223,7	0,53	118,561
Penambahan air	9,81	98,1	1	98,1
Jumlah	53,76	537,6	1,88	292,191

Maka untuk 1 ton TBS/jam, panas yang dibutuhkan pada :

#### A. Sand Trap Tank

$$Q_{stt} = m . c . \Delta t$$

Dimana :

$$t_1 = \text{Temperature TBS masuk} \quad (80 \text{ } ^\circ\text{C})$$

$$t_2 = \text{Temperature TBS keluar} \quad (95 \text{ } ^\circ\text{C})$$

$$c = \frac{\sum(mx Cp)}{\sum m}$$

$$c = \frac{292,191}{537,6} \text{ Kkal / Kg } ^\circ\text{C}$$

$$c = 0,544 \text{ Kkal / Kg } ^\circ\text{C}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} Q_{\text{stt}} &= m \cdot c \cdot \Delta t \\ &= 537,6 \text{ Kg} \cdot 0,544 \text{ Kkal / Kg } ^\circ\text{C} \cdot (95 - 80) ^\circ\text{C} \\ &= 4386,816 \text{ Kkal /Jam} \end{aligned}$$

Kerugian akibat penyerapan dinding Sand Trap tank (diasumsikan 30 %)

(Dipeoleh dari PT. PP. London Sumatera Indonesia Tbk. Turangie Palm Oil Mill)

$$\begin{aligned} Q_{\text{stt}} &= Q_{\text{stt}} \cdot (1 + 1 \cdot 0,33) \\ &= 4386,816 \text{ Kkal /Jam} \cdot 1,33 \\ &= 5834,465 \text{ Kkal /Jam} \end{aligned}$$

Panas yang diberikan uap = panas yang diterima Sand Trap Tank

$$Q_U = Q_{\text{stt}}$$

$$M_u h_u = Q_{\text{stt}}$$

Dimana Kondisi uap yang keluar lori BPV :

$$T_{\text{BPV}} = 135 ^\circ\text{C}$$

$$H_{\text{BPV}} = 2159,6 \text{ KJ / Kg}$$

$$= 515,78 \text{ Kkal / Kg}$$

Maka :

$$M_u = \frac{Q_{stt}}{h_u}$$

$$M_u = \frac{5834,465}{515,78} \text{ Kg / jam}$$

$$= 11,31 \text{ Kg / Jam}$$

## B. Crude Oil Tank

$$Q_{COT} = m \cdot c \cdot \Delta t$$

Dimana :

$$t_1 = \text{Temperatur minyak masuk} \quad (82 \text{ } ^\circ\text{C})$$

$$t_2 = \text{Temperatur minyak keluar} \quad (95 \text{ } ^\circ\text{C})$$

$$c = \frac{\sum(mx C_p)}{\sum m}$$

$$c = \frac{292,191}{537,6} \text{ Kkal / Kg } ^\circ\text{C}$$

$$c = 0,544 \text{ Kkal / Kg } ^\circ\text{C}$$

Sehingga :

$$Q_{COT} = m \cdot c \cdot \Delta t$$

$$= 537,6 \text{ Kg} \cdot 0,544 \text{ Kkal / Kg } ^\circ\text{C} (95 - 82) \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$= 3801,9 \text{ Kkal / Jam}$$

Kerugian panas akibat penyerapan dinding Crude Oil Tank (Diasumsikan sekitar

30 %) ..... (Diperoleh dari PT.PP. London Sumatera Indonesia. Tbk.)

$$Q_{COT} = Q_{COT} \cdot (1 + 1 \cdot 0,3)$$

$$= 3801,9 \text{ Kkal / jam} \cdot 1,3$$

$$= 4942,48 \text{ Kkal / jam}$$

Panas yang dibenkan tiap = Panas yang diterima Crude Oil Tank

$$Q_u = Q_{COT}$$

$$M_u \cdot h_u = Q_{COT}$$

Dimana kondisi uap keluar dari BPV :

$$T_{BEV} = 135 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$H_{BPV} = 2159,6 \text{ KJ / Kg}$$

$$= 515,78 \text{ Kkal / Kg}$$

Maka :

$$M_u = \frac{Q_{cot}}{h_u}$$

$$M_u = \frac{4942,48}{515,78} \text{ Kg / Jam}$$

$$= 9,58 \text{ Kg / jam}$$

### C. Continius Setting Tank

$$Q_{ctt} = m \cdot c \cdot \Delta t$$

Dimana :

$$t_1 = \text{Temperatur minyak masuk} \quad (80 \text{ } ^\circ\text{C})$$

$$t_2 = \text{Temperatur minyak keluar} \quad (95 \text{ } ^\circ\text{C})$$

$$c = \frac{\sum(mx C_p)}{\sum m}$$

$$c = \frac{292,191}{537,6} \text{ Kkal / Kg } ^\circ\text{C}$$

$$c = 0,544 \text{ Kkal / Kg } ^\circ\text{C}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned}
 Q_{cst} &= m \cdot c \cdot \Delta t \\
 &= 537,6 \text{ Kg} \cdot 0,544 \text{ Kkal / Kg } ^\circ\text{C} \cdot (95 - 80) ^\circ\text{C} \\
 &= 4386,816 \text{ Kkal /jam}
 \end{aligned}$$

Kerugian panas akibat penyerapan dinding Continous Settling Tank (Diasumsikan 30 %) ..... (Diperoleh dari PT. PP. London Sumatera Indonesia Tbk. Turangie



Sehingga :

$$\begin{aligned}
 Q_{cst} &= m \cdot c \cdot \Delta t \\
 &= 537,6 \text{ Kg} \cdot 0,544 \text{ Kkal / Kg } ^\circ\text{C} \cdot (95 - 80) ^\circ\text{C} \\
 &= 4386,816 \text{ Kkal /jam}
 \end{aligned}$$

Kerugian panas akibat penyerapan dinding Continuous Settling Tank (Diasumsikan 30 %) ..... (Diperoleh dari PT. PP. London Sumatera Indonesia Tbk. Turangie Palm Oil Mill)

$$\begin{aligned}
 Q_{cst'} &= Q_{cst} \cdot (1 + 1 \cdot 0,3) \\
 &= 4386,816 \text{ Kkal /jam} \cdot 1,3 \\
 &= 5702,86 \text{ Kkal /jam}
 \end{aligned}$$

Panas yang diberikan uap = panas yang diterima Oleh Continuous Settling Tank

$$\begin{aligned}
 Q_u &= Q_{cst} \\
 M_u \cdot h_u &= Q_{cst}
 \end{aligned}$$

Dimana kondisi uap keluar dari BPV :

$$\begin{aligned}
 T_{BPV} &= 135 ^\circ\text{C} \\
 H_{BPV} &= 2159,6 \text{ KJ / Kg} \\
 &= 515,78 \text{ Kkal / Kg}
 \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned}
 M_u &= \frac{Q_{cst}}{h_u} \\
 M_u &= \frac{5702,86}{515,78} \text{ Kg / Jam} \\
 &= 11,06 \text{ Kg / jam}
 \end{aligned}$$

**D. Oil Tank**

$$Q_{ot} = m \cdot c \cdot \Delta t$$

Dimana :

$$t_1 = \text{Temperatur minyak masuk} \quad (80 \text{ } ^\circ\text{C})$$

$$t_2 = \text{Temperatur minyak keluar} \quad (95 \text{ } ^\circ\text{C})$$

$$c = \frac{\sum(mx Cp)}{\sum m}$$

$$c = \frac{292,191}{537,6} \text{ Kkal / Kg } ^\circ\text{C}$$

$$c = 0,544 \text{ Kkal / Kg } ^\circ\text{C}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} Q_{ot} &= m \cdot c \cdot \Delta t \\ &= 537,6 \text{ Kg} \cdot 0,544 \text{ Kkal / Kg } ^\circ\text{C} \cdot (95 - 80) \text{ } ^\circ\text{C} \\ &= 4386,816 \text{ Kkal / Jam} \end{aligned}$$

Kerugian panas akibat penyerapan dinding Oil Tank (Diasumsikan 30 %) .....

(diperoleh dari PT. PP. London Sumatera Indonesia Tbk. Turangie Palm Oil Mill)

$$\begin{aligned} Q_{ot} &= Q_{ot} \cdot (1 + 2 \cdot 0,3) \\ &= 4386,816 \text{ Kkal / Jam} \cdot 1,6 \\ &= 7018,905 \text{ Kkal / Jam} \end{aligned}$$

Dimana kondisi uap keluar dan BPV

$$T_{BPV} = 135 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\begin{aligned} H_{BPV} &= 2159,6 \text{ KJ / Kg} \\ &= 515,78 \text{ Kkal / Kg} \end{aligned}$$

Kondisi uap keluar dari proses :

$$T_{ub} = 90 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$H_{ub} = 376,92 \text{ KJ / Kg}$$

$$= 90,02 \text{ Kkal / Kg}$$

Maka :

$$h_u = H_{HPV} - H_{ub}$$

$$= 515,78 \text{ Kkal / Kg} - 90,02 \text{ Kkal / Kg}$$

$$= 425,76 \text{ Kkal / Kg}$$

Panas yang diberikan uap = panas yang diterima oleh Oil Tank

$$Q_u = Q_{ot}$$

$$M_u \cdot h_u = Q_{ot}$$

$$M_u = \frac{Q_{ot}}{h_u}$$

$$M_u = \frac{7018,905}{425,76} \text{ Kg / jam}$$

$$M_u = 16,49 \text{ Kg / Jam}$$

### E. Sludge Tank

Kandungan	Persentase (%)	Massa (Kg/jam)	Cp (Kkal/Kg <sup>0</sup> C)	m . Cp (Kkal/Jam)
Lumpur	21,58	215,8	0,35	75,53
Air rebusan	9,81	98,1	1,0	98,1

Jumlah	31,39	313,9	1,35	173,63

Tabel 6. Komposisi Kelapa Sawit pada staiun Sludge Tank.

$$Q_{st} = m \cdot c \cdot \Delta t$$

Dimana :

$t_i$  = Temperatur minyak masuk (72 °C)

$t_o$  = Temperatur minyak keluar (90 °C)

$$c = \frac{\sum(mx C_p)}{\sum m}$$

$$c = \frac{292,191}{537,6} \text{ Kkal / Kg } ^\circ\text{C}$$

$$c = 0,544 \text{ Kkal / Kg } ^\circ\text{C}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} Q_{st} &= m \cdot c \cdot \Delta t \\ &= 313,9 \text{ Kg} \cdot 0,552 \text{ Kkal / Kg } ^\circ\text{C} (90 - 72) \\ &= 3118,91 \text{ Kkal / jam} \end{aligned}$$

Kerugian panas akibat penyerapan dinding Sludge Tank (diasumsikan 30 %)

..... (diperoleh dari PT. PP. London Sumatera Indonesia. Tbk. Turangie

Palm Oil Mill)

$$\begin{aligned} Q_{st'} &= Q_{st} (1 + 2 \cdot 0,3) \\ &= 3118,91 \cdot 1,6 \\ &= 4990,26 \text{ Kkal / jam} \end{aligned}$$

Panas yang diberikan uap = panas yang diterima oleh Sludge Tank

$$Q_U = Q_{st}$$

$$M_u \cdot h_u = Q_{st}$$

Dimana kondisi uap keluar dari BPV :

$$T_{BPV} = 135 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$H_{BPV} = 2159,6 \text{ KJ / Kg}$$

$$= 515,78 \text{ Kkal / Kg}$$

Maka :

$$M_u = \frac{Q_{st}}{h_u}$$

$$= \frac{4990,26}{515,78} \text{ Kkal / Jam}$$

$$= 9,67 \text{ Kkal / Jam}$$

## F. Fat Fit

Tabel 7. Komposisi kelapa sawit pada stasiun Fat Fit

Kandungan	Persentase (%)	Massa (Kg/jam)	Cp (Kkal/Kg <sup>0</sup> C)	m . Cp (Kkal/Jam)
Lumpur	21,58	215,8	0,35	75,53
Air rebusan	16,12	161,2	1,0	161,2
Air panas untuk separator	13,12	131,2	1,0	131,2
Jumlah	50,82	508,2	2,35	367,93

$$Q_{ff} = m \cdot c \cdot \Delta t$$

Dimana :

$t_1$  = Temperatur minyak masuk (85 °C)

$t_2$  = Temperatur minyak keluar (60 fC)

$$c = \frac{\sum(mx C_p)}{\sum m}$$

$$c = \frac{367,93}{508,2} \text{ Kkal / Kg } ^\circ\text{C}$$

$$c = 0,724 \text{ Kkal / Kg } ^\circ\text{C}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} Q_{ff} &= m \cdot c \cdot \Delta t \\ &= 508,2 \text{ Kg} \cdot 0,724 \text{ Kkal / Kg } ^\circ\text{C} (85 - 60) ^\circ\text{C} \\ &= 9198,25 \text{ Kkal /jam} \end{aligned}$$

Kerugian panas akibat penyerapan dinding Fat Fit (diasumsikan 30 %) .....

(diperolen dari PT. PP. London Sumatera Indonesia Tbk. Turangie Palm Oil Mill)

$$\begin{aligned} Q_{ff} &= Q_{ff}' \cdot (1 + 1 \cdot 0,3) \\ &= 9198,25 \text{ Kkal /jam} \cdot 1,3 \\ &= 11957,725 \text{ Kkal /Jam} \end{aligned}$$

Panas yang diberikan uap = panas yang diterima oleh Fat Fit

$$Q_u = Q_{ff}$$

$$M_u \cdot h_u = Q_{ff}$$

Dimana kondisi uap keluar dari BPV :

$$T_{BPV} = 135 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\begin{aligned} H_{BPV} &= 2159,6 \text{ KJ / Kg} \\ &= 515,78 \text{ Kkal / Kg} \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} M_u &= \frac{Q_{ff}}{h_u} \\ &= \frac{11957,725}{515,78} \text{ Kkal / jam} \\ &= 23,18 \text{ Kkal / Jam} \end{aligned}$$

#### 4.2.4 Analisa kebutuhan uap pada stasiun biji

Tabel 8. Komposisi kelapa sawit pada stasiun kernel silo

Kandungan	Persentase (%)	Massa (Kg/jam)	Cp (Kkal/Kg <sup>0</sup> C)	m . Cp (Kkal/Jam)
Inti	6,03	60,3	0,38	22,914

Maka untuk 1 ton TBS/jam, panas yang dibutuhkan pada kernel silo :

$$Q_{ks} = m . c . \Delta t$$

Dimana :

$$t_1 = \text{Temperatur minyak masuk } (27 \text{ }^{\circ}\text{C})$$

$$t_2 = \text{Temperatur minyak keluar } (60 \text{ }^{\circ}\text{C})$$

$$c = \frac{\sum(mx Cp)}{\sum m}$$

$$c = \frac{22,914}{60,3} \text{ Kkal / Kg } ^\circ\text{C}$$

$$c = 0,38 \text{ Kkal / Kg } ^\circ\text{C}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} Q_{ks} &= m \cdot c \cdot \Delta t \\ &= 60,3 \text{ Kg} \cdot 0,38 \text{ Kkal / Kg } ^\circ\text{C} \cdot (60 - 27) ^\circ\text{C} \\ &= 756,162 \text{ Kkal / jam} \end{aligned}$$

Kerugian panas akibat penyerapan dinding kernel silo (diasumsikan 30 %) .....

(diperoleh dari PT. PP. London Sumatera Indonesia Tbk. Turangie Palm Oil Mill)

$$\begin{aligned} Q_{ks'} &= Q_{ks} \cdot (1 + 4 \cdot 0,3) \\ &= 756,162 \text{ Kkal / jam} \cdot 2,2 \\ &= 1663,56 \text{ Kkal / jam} \end{aligned}$$

Panas yang diberikan uap = panas yang diterima oleh kernel silo :

$$\begin{aligned} Q_u &= Q_{ks'} \\ M_u \cdot h_u &= Q_{ks} \end{aligned}$$

Dimana kondisi uap yang keluar dari BPV :

$$\begin{aligned} T_{BPV} &= 135 ^\circ\text{C} \\ H_{BPV} &= 2159,6 \text{ KJ / Kg} \\ &= 515,78 \text{ Kkal / Kg} \end{aligned}$$

Kondisi uap keluar dari proses :

$$T_{VB} = 85 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\begin{aligned} H_{VB} &= 355,90 \text{ KJ / Kg} \\ &= 85,08 \text{ Kkal / Kg} \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} H_u &= 515,78 \text{ Kkal / Kg} - 85,08 \text{ Kkal / Kg} \\ &= 430,7 \text{ Kkal / Kg} \end{aligned}$$

$$M_u = \frac{Q_{ks}}{h_u}$$

$$= \frac{1663,56}{430,7} \text{ Kg / Jam}$$

$$= 3,86 \text{ Kg / Jam}$$

#### 4.2.5 Laju aliran massa uap pada Deaerator

Panas yang dibutuhkan Deaerator adalah :

$$Q_d = m_a \cdot C_p \cdot \Delta t$$

Dimana :

$$Q_d = \text{Panas yang dibutuhkan air umpan ketel}$$

$$\begin{aligned} M_a &= \text{Massa air pengisi ketel sama dengan massa uap yang dibutuhkan.} \\ &= 20.000 \text{ kg /Jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_p &= \text{Panas jenis air} \\ &= 1 \text{ kkal / kg } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta t &= \text{Selisih kenaikan temperatur air} \\ &= 97 \text{ } ^\circ\text{C} - 27 \text{ } ^\circ\text{C} \\ &= 70 \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} Q_d &= 20.000 \cdot 1 \cdot 70 \\ &= 1.400.000 \text{ kkal /jam} \end{aligned}$$

Kerugian panas pada dinding Deaerator diperkirakan 30 %, maka panas yang dibutuhkan Deaerator adalah :

$$\begin{aligned} Q_d &= 1,3 \cdot 1.400.000 \\ &= 1.820.000 \text{ kkal /jam} \end{aligned}$$

Panas yang diberikan uap ( $Q_u$ ) adalah :

$$Q_u = \mu_u \cdot Q_1$$

Dimana :

$\mu_u$  = massa uap

$Q_1$  = panas laten pada temperatur 135 °C  
= 515,78 kkal / kg

Panas yang diberikan uap = Panas yang dibutuhkan oleh Deaerator, atau

$$Q_u = Q_d$$

$$\mu_u \cdot Q_1 = Q_d$$

$$\mu_u \cdot 515,78 = 1.820.000$$

$$\mu_u = \frac{1.820.000}{515,78} = 3.528,64 \text{ kg uap /jam}$$

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Pengolahan kelapa sawit diawali dengan penyeleksian TBS di Loading Ramp kemudian TBS yang telah diseleksi dimasukkan ke dalam lori dan direbus di dalam sterilizer. TBS yang telah direbus kemudian diangkat dengan menggunakan Lorri dan kemudian dipipil dengan menggunakan Thresher. Setelah dari thresher buah dibawa ke screw press untuk di peras minyaknya, kemudian ampas di bawa ke stasiun pengeringan untuk bahan bakar ketel uap sedangkan minyak yang dihasilkan oleh screw press di bawa ke stasiun klarifikasi untuk di olah dan kemudian di simpan di tangki penimbunan.

Selain distasiun pengolahan, Turbin dan Daerator juga membutuhkan uap yang dihasilkan oleh ketel uap yang berguna untuk memutar turbin generator dan pemanasan air umpan yang akan disuply keketel uap yang bertujuan untuk mengurangi beban ketel uap. Uap yang keluar dari turbin selanjutnya dikumpulkan ke Back Pressure Vessel (BPV) atau bejana uap balik lalu disalurkan keperalatan yang membutuhkan uap pada proses pengolahan.

Dengan mengetahui berapa panas yang dibutuhkan pada proses pengolahan maka kita dapat mengetahui berapa uap yang dibutuhkan pada masing- masing stasiun di setiap proses pengolahan tandan buah segar, karena sesuai dengan penerapan hukum kekentalan energi dimana panas yang masuk sama dengan panas yang diterima oleh suatu proses pengolahan dan untuk mengetahui lebih tentang ketel uap seperti apa yang akan di pakai.

**Massa uap yang dibutuhkan pada pengolahan 1 ton TBS /jam adalah :**

Stasiun Sterilizer	= 164,85 Kg /Jam
Stasiun Pengepaan	= 42,33 Kg /Jam
Stasiun Sand Trap Tank	= 11,31 Kg /jam
Stasiun Crude Oil Tank	= 9,58 Kg /Jam
Stasiun Continous Tank	= 11,06 Kg / jam
Stasiun Oil Tank	= 16,49 Kg /Jam
Stasiun Sludge Tank	= 9,67 Kg /Jam
Stasiun Fat Fit	= 23,18 Kg /Jam
Stasiun Kernel Silo	= 3,86 Kg /jam
Total	= 292,33 Kg /Jam

**Massa uap yang dibutuhkan untuk 45 ton TBS/jam pada ssetiap pengolahan :**

$$M_{\text{uap}} = 292,33 \text{ Kg /jam} \cdot 45 \text{ ton TBS /jam}$$

$$= 13154,85 \text{ Kg /Jam}$$

**Maka massa uap yang dibutuhkan untuk pengolahan 45 ton TBS / Jam :**

$$M_{\text{pengolahan}} = m_{\text{uap}} + m_{\text{uap deaeratur}}$$

$$= 13154,85 \text{ Kg /Jam} + 3528,64 \text{ Kg /Jam}$$

$$= 16683,49 \text{ Kg / jam.}$$

## 5.2 Saran

1. Agar lebih memperhatikan peralatan-peralatan yang menggunakan uap pada proses pengolahan kelapa sawit sampai menjadi CPO, karena bila terdapat kebocoran-kebocoran pada peralatan tersebut dan lebih diperhatikan sambungan pipa sehingga ketel uap lebih optimal dalam pengoperasiannya yang akan merugikan pabrik karena akan banyak uap (steam) yang terbuang.
2. Sebelum sterilizer beroperasi harus terlebih dahulu diperiksa agar sterilizer dapat beroperasi dengan baik sehingga siklus produksi di dalam pabrik tidak terganggu.



## DAFTAR PUSTAKA

1. Buku Pedoman Staf Tehnik/Teknologi P.T. PERKEBUNAN - II Risza, S. 1994, "Kelapa Sawit". Kasinius, Yogyakarta
2. Culp, Archie W. Jr. Ph.D, diterjemahkan Ir. Darwin Sitompul, M.Eng. *Prinsip-prinsip Konversi Energi*. Penerbit Erlangga, Jakarta. 1996
3. Djokosetyardjo, M. J. KETEL UAP, Pradya Paramita, Jakarta. 2003
4. Hamsi, Alfian, Ir. M.Sc, Diktat Perkuliahn Teknik Mesin, DIKNAS Universitas Sumatera Utara, 2001.
5. Muin, Syamsir A. PESAWAT-PESAWAT KONVERSI ENERGI (Ketel Uap) Rajawali, Jakarta. 1988.
6. Paul. D. 1989 Maintenace Managemen for the Mining Industry, Tom Linson, Associaties Inc. 1950. Glencoe Street, Denver, Colarado 80220P.
7. Sears Zwmansky, 1999. Fisika Universitas 1. Cetakan Pertama. Jakarta
8. William C. Reynolds dan Henry C. Perkins, Diterjemahkan oleh DR.Ir. Filino Harahap, M.Sc. Termodinamika Teknik. Penerbit Erlangga, Jakarta. 1989.