

Analisis Pemenuhan Kebutuhan Uap PMS Parindu PTP Nusantara XIII (PERSERO)

DENNY WIYONO

*Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Pontianak,
Jalan Ahmad Yani Pontianak 78121
Alamat Korespondensi: Email, dennywiyono@gmail.com,
Hp, 081257945065 / 05617914007*

Abstrak: Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pemenuhan kebutuhan uap PMS Parindu PTP Nusantara XIII. Penelitian menggunakan pendekatan studi eksperimen, yaitu suatu metode yang dengan sengaja mengusahakan timbulnya variabel yang selanjutnya dikontrol dan dilihat pengaruhnya terhadap suatu perlakuan. Dalam pabrik minyak sawit (PMS) Parindu dengan kapasitas olah 60 ton TBS/jam, boiler yang dioperasikan berjumlah 2 buah dengan kapasitas masing - masing 20 ton uap/jam. Dengan begitu uap yang dihasilkan berjumlah 40 ton uap/jam. Jadi jumlah uap yang digunakan PMS Parindu untuk melakukan pengolahan adalah 40 ton uap/jam. Sedangkan menurut norma pengolahan kelapa sawit, jumlah uap yang harus digunakan untuk pengolahan kelapa sawit pada PMS dengan kapasitas olah 60 ton TBS/jam adalah 62 ton uap/jam. Dengan begitu, jumlah uap yang digunakan dalam proses pengolahan kelapa sawit di PMS Parindu, kurang 22 ton uap/jam dari norma yang ditentukan. Untuk memenuhi kekurangan uap yang terjadi di PMS Parindu, maka PMS Parindu harus mengoperasikan 1 buah ketel uap lagi dengan kapasitas 22 ton uap/jam. Ketel uap ini harus berbahan bakar minyak solar dengan konsumsi bahan bakar 9480 liter/hari. Ini dikarenakan jumlah bahan bakar serat dan cangkang yang dihasilkan dalam pengolahan hanya dapat memenuhi kebutuhan bahan bakar untuk 2 buah ketel uap saja.

Kata Kunci: Kelapa sawit, cangkang, ketel uap

Pemakaian pembangkit tenaga uap dalam pabrik minyak sawit masih merupakan alternatif yang menguntungkan untuk digunakan, oleh karena itu dituntut pengetahuan yang mendalam mengenai berbagai hal yang berhubungan dengan sistem pembangkit tenaga uap. Ketel uap (*Boiler*) merupakan salah satu bagian pembangkit tenaga uap. Alat ini berfungsi untuk mengubah energi kimia dari bahan bakar dan oksigen menjadi energi panas yang kemudian akan dipindahkan ke fluida kerja (air) agar berubah menjadi uap. Dalam pabrik kelapa sawit, uap yang dihasilkan oleh ketel uap ini akan dipergunakan sebagai penggerak turbin uap untuk menghasilkan energi listrik dan untuk keperluan pengolahan kelapa sawit.

Kebutuhan akan uap merupakan masalah penting dalam proses pengolahan kelapa sawit. Hampir setiap proses dalam pengolahan kelapa sawit menggunakan uap baik itu sebagai media pemanas, penggerak atau sterilisasi. Dalam pengolahan kelapa sawit, kebutuhan akan uap tidak boleh kurang dari standar pengolahan kelapa sawit yang telah ditetapkan. Jika hal ini terjadi, maka akan berakibat fatal pada alat yang digunakan untuk pengolahan maupun pada hasil pengolahan.

Beberapa akibat yang ditimbulkan dari kurangnya kebutuhan uap dalam pengolahan adalah pada alat digester sering terjadi keausan pada pisau digester, pada alat screw press sering terjadi patahnya screw, keausan pada screw, bengkoknya poros intermediet pada screw, sangkar screw mengembang, sehingga akan mengganggu jalannya proses pengolahan dalam pabrik tersebut. Mengingat sangat pentingnya kebutuhan uap dalam proses pengolahan kelapa sawit, maka penulis mencoba untuk melakukan analisis terhadap pemenuhan kebutuhan uap PMS Parindu PTP Nusantara XIII (PERSERO).

Pengertian Ketel Uap. Ketel uap merupakan suatu alat konversi energi yang berfungsi untuk mengubah energi kimia dari bahan bakar dan oksigen menjadi energi termal atau panas yang dihasilkan di dalam ruang bakar yang kemudian energi termal tersebut dipindahkan ke fluida kerja (air) untuk di ubah fasenya dari fase cair menjadi fase uap dengan tekanan dan temperatur tertentu. Sebagai salah satu alat konversi yang dapat memproduksi uap, dimana uap tersebut digunakan sebagai fluida kerja untuk menggerakkan mesin uap seperti turbin dan dapat juga digunakan untuk keperluan industri (industri pengolahan kelapa sawit, industri kertas, industri gula), sehingga ketel uap merupakan peralatan yang harus dikelola dan dijaga dengan sangat baik.

METODE

Penelitian ini dilakukan di Pabrik PMS Parindu PTP Nusantara XIII (PERSERO), menggunakan pendekatan studi eksperimen, yaitu metode yang dengan sengaja mengusahakan timbulnya variabel yang selanjutnya dikontrol dan dilihat pengaruhnya terhadap suatu perlakuan.

Konsep Dasar Perhitungan. *Bahan Bakar Yang Dihasilkan Pabrik.* Dalam proses pengolahan kelapa sawit akan menghasilkan produk baik itu produk olah maupun limbah. Limbah yang dihasilkan diantaranya berupa serat (*fibre*) dan cangkang (*shell*). Persentase limbah serat dan cangkang yang di hasilkan dari pengolahan kelapa sawit adalah 14 % dan 8 % dari kapasitas olah pabrik. Jadi jumlah limbah serat dan cangkang yang dapat dihasilkan oleh pabrik kelapa sawit dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

Fiber / serat 14 % \times kapasitas olah pabrik (ton/jam)

Shell / cangkang 8 % \times kapasitas olah pabrik (ton/jam)

Nilai Pembakaran Bahan Bakar. Setiap bahan bakar pasti memiliki nilai pembakaran atau biasa disebut *heating value*. Untuk mengetahui nilai pembakaran bahan bakar dari campuran serat dan cangkang, maka kita harus mengetahui kandungan kimia dari masing-masing bahan bakar. Kandungan kimia yang harus diketahui adalah C, O₂, H₂, dan N. Dengan demikian kita dapat menghitung nilai pembakaran dari masing-masing bahan bakar serat dan cangkang dengan rumus berikut:

$$N_{pa} = 8080 \times C + 34500 \times (H_2 - O_2/8) \text{ [kkal/kg bb]}$$

$$N_{pb} = (N_{pa} - 9.H_2 - 586) \text{ [kkal/kg bb]}$$

Dimana: N_{pa} = nilai pembakaran atas.
 N_{pb} = nilai pembakaran bawah.

(yang digunakan adalah nilai pembakaran bawah).

Karena bahan bakar yang digunakan adalah campuran dari serabut dan cangkang dengan perbandingan 1 : 4, maka nilai pembakaran bawah dari campuran kedua jenis bahan bakar tersebut dalam satuan berat yang sama dapat di hitung dengan rumus berikut :

$$N_{pb} = \frac{M_s (N_{pb})_s + M_c (N_{pb})_c}{M_s + M_c}$$

Dimana :

M_s = massa bahan bakar serat = 0,8 (massa dalam rasio).

M_c = massa bahan bakar cangkang = 0,2 (massa dalam rasio).

$(N_{pb})_s$ = nilai pembakaran bahan bakar serat (kJ/kg).

$(N_{pb})_c$ = nilai pembakaran bahan bakar cangkang (kJ/kg).

Menghitung enthalpi uap (h_{uap}) dengan interpolasi: Untuk menghitung enthalpy uap yang dihasilkan boiler maka perlu dilakukan interpolasi, yaitu dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$h_{uap \ 20 \ bar ; 220^{\circ}C} = \frac{(T_{uap220^{\circ}C} - T_{uap212,14^{\circ}C})}{(T_{uap240^{\circ}C} - T_{uap212,14^{\circ}C})} \times (h_{uap240^{\circ}C} - h_{uap212,14^{\circ}C}) +$$

$h_{uap212,14^{\circ}C}$ (Moran wt. all. tt: 19).

Dimana :

$h_{uap \ 220^{\circ} ; 20 \ bar}$ = enthalpy uap yang dihasilkan ketel pada tekanan 20 bar dan temperatur $220^{\circ}C$. (kJ/kg).

$T_{uap \ 212,14^{\circ}}$ = temperatur uap yang lebih rendah dari $220^{\circ}C$ pada tabel *superheated vapor*.

$T_{uap \ 240^{\circ}}$ = temperatur uap yang lebih tinggi dari $220^{\circ}C$ pada tabel *superheated vapor*.

$h_{uap \ 240^{\circ}}$ = enthalpy uap pada temperatur $240^{\circ}C$ (kJ/kg).

$h_{uap \ 212,14^{\circ}}$ = enthalpy uap pada temperatur $212,14^{\circ}C$ (kJ/kg).

Uap Yang Dihasilkan Dari Seluruh Bahan Bakar. Dari jumlah bahan bakar serat dan cangkang yang dihasilkan oleh pabrik dan nilai pembakaran dari campuran bahan bakar serat dan cangkang, maka kita dapat menghitung jumlah uap yang dapat dihasilkan dari pembakaran bahan bakar tersebut dengan rumus berikut :

$$\eta = \frac{Q \times (h_{uap} - h_{air})}{G_{bb} \times NO}$$

Dimana : η = efisiensi ketel uap.
 Q = jumlah uap yang dihasilkan.

h_{uap}	= entalpi uap yang dihasilkan.
h_{air}	= entalpi air umpan.
G_{bb}	= jumlah bahan bakar.
NO	= nilai pembakaran.

Jumlah Bahan Bakar Yang Dibutuhkan Untuk Memenuhi Kekurangan Uap Menurut Standar Pengolahan Kelapa Sawit. Untuk memenuhi jumlah uap yang sesuai dengan norma pengolahan kelapa sawit, maka diperlukan bahan bakar tambahan berupa minyak solar. Untuk menghitung jumlah bahan bakar solar yang dibutuhkan dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$\eta = \frac{Q \times (h_{uap} - h_{air})}{G_{bb} \times G_{cv}} \dots\dots\dots (\text{Djokosetyardjo, 1993: 11}).$$

$$G_{bb} = \frac{Q \times (h_{uap} - h_{air})}{\eta \times G_{cv}} \dots\dots\dots (\text{Djokosetyardjo, 1993: 11}).$$

- Dimana :
- η = efisiensi ketel uap (%).
 - Q = jumlah uap yang dihasilkan (kg uap/jam).
 - h_{uap} = entalpi uap yang dihasilkan (kj/kg).
 - h_{air} = entalpi air umpan (kj/kg).
 - G_{bb} = jumlah bahan bakar (kg).
 - G_{cv} = nilai pembakaran minyak solar (kkal/kg).

Prinsip Kerja Ketel Uap Takuma. Air yang telah proses akan ditampung dalam *feed water tank*. Dari *feed water tank* ini air umpan akan dipompakan ke dalam *dearator* untuk dinaikan temperaturnya hingga 80-85 °C dengan tujuan menghilangkan kandungan CO₂ dan O₂ serta untuk meningkatkan efisiensi dari ketel uap. Dari *dearator* air akan dipompakan ke dalam drum ketel. Gas panas yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar akan digunakan untuk memanaskan air yang ada di dalam pipa dan drum ketel agar berubah menjadi uap jenuh.

Uap jenuh akan bergerak ke atas dan masuk kedalam tabung *superheater*. Didalam tabung *superheater* ini uap jenuh akan dipanaskan lagi menjadi uap panas lanjut yang kemudian di alirkan ke ruang pembangkit listrik untuk menggerakkan turbin uap dan juga untuk menggerakkan pompa air umpan yang menggunakan turbin. Sisa uap yang telah digunakan untuk turbin uap akan ditampung dalam BPV (*Back Pressure Vessel*) yang kemudian akan di distribusikan ke *sterilizer*, *fiber dryer*, *digester*, *hot water tank*, *kernel dryer*, *purification* dan untuk *dearator*.

Cangkang/shell. Dari unsur-unsur tersebut akan diperoleh nilai pembakaran atas (N_{pa}) dan nilai pembakaran bawah (N_{pb}) untuk bahan bakar cangkang. 1) Nilai pembakaran atas (N_{pa} cangkang): $N_{pa \text{ cangkang}} = 8080 \times C + 34500 \times (H_2 - O_2/8)$, $N_{pa \text{ cangkang}} = 8080 \times 0,5134 + 34500 \times (0,0325 - (0,4115/8))$, $N_{pa \text{ cangkang}} = 3494,9 \text{ kkal/kg}$; 2) Nilai pembakaran bawah (N_{pb} cangkang): $N_{pb \text{ cangkang}} = (N_{pa \text{ serat}} - 9.H_2 - 586)$, $N_{pb \text{ cangkang}} = 3412,3 - (9 \times 0,0325) - 586$, $N_{pb \text{ cangkang}} = 2908,6 \text{ kkal/kg}$.

Karena bahan bakar yang digunakan adalah campuran dari serat dan cangkang, maka nilai pembakaran bawah campuran dari kedua jenis bahan bakar tersebut dengan satuan berat yang sama adalah :

$$N_{pb} = \frac{M_s (N_{pb})_s + M_c (N_{pb})_c}{M_s + M_c}$$

Dimana :

M_s	= massa bahan bakar serat = 0,8 (dalam satuan rasio).
M_c	= massa bahan bakar cangkang = 0,2 (dalam satuan rasio).
$(N_{pb})_s$	= nilai pembakaran bahan bakar serat (2825,9 kkal/kg)
$(N_{pb})_c$	= nilai pembakaran bahan bakar cangkang (2908,6 kkal/kg)

$$N_{pb} = \frac{M_s (N_{pb})_s + M_c (N_{pb})_c}{M_s + M_c}$$

$$N_{pb} = \frac{0,8 \times 2825,9 + 0,2 \times 2908,6}{0,8 + 0,2} = \mathbf{2842,44 \text{ kkal/kg}}$$

Uap yang dapat dihasilkan dari seluruh bahan bakar serat dan cangkang, dengan ketentuan sebagai berikut: $P = 20 \text{ bar}$, $T_{uap} = 220^\circ\text{C}$, $\eta = 70 \%$, $T_{air} = 80^\circ\text{C}$.

Menghitung enthalpi uap (h_{uap}) dengan interpolasi :

$$h_{uap} = \frac{(220^\circ\text{C} - 212,42^\circ\text{C})}{(240^\circ\text{C} - 212,42^\circ\text{C})} \times (2876,5 - 2799,5) \text{ kJ/kg} + 2799,5 \text{ kJ/kg}$$

$$h_{uap} = 2820,66 \text{ kJ/kg}$$

$$h_{uap} = 2820,66 \text{ kJ/kg} \times 0,2388 \text{ kkal/kg}$$

$$h_{uap} = 673,6 \text{ kkal/kg}$$

Sedangkan untuk mencari enthalpi air (h_{air}) dapat melihat tabel *saturated water*.

$$h_{air} = 79,97 \text{ kkal/kg}$$

Jumlah uap yang dapat dihasilkan dari total bahan bakar:

$$\eta = \frac{Q \times (h_{uap} - h_{air})}{G_{bb} \times NO}$$

$$Q = \frac{\eta \times G_{bb} \times NO}{(h_{uap} - h_{air})}$$

$$Q = \frac{0,7 \times 13200 \times 2842,44}{(673,6 - 79,97)} = 44243,3 \text{ kg uap/jam}$$

Distribusi Uap Yang Digunakan PMS Parindu. Jumlah uap yang dihasilkan oleh 2 (dua) buah ketel uap yang dioperasikan pada PMS Parindu akan didistribusikan dan digunakan untuk pengolahan kelapa sawit pada setiap stasiun pengolahan yang membutuhkan uap. Jumlah pendistribusian uap pada setiap stasiun pengolahan adalah sebagai berikut: 1) Stasiun Perebusan / *Sterillizer*. Kebutuhan uap: 230 Kg/ton TBS (230 Kg/ton TBS \times 60 ton TBS/jam = 13,8 ton uap/jam); 2) Stasiun Kempa / *Screw Press*. Kebutuhan uap : 40 Kg/ton TBS (40 Kg/ton TBS \times 60 ton TBS/jam = 2,4 ton uap/jam); 3) Stasiun Pemurnian Minyak. Kebutuhan uap: 120 Kg/ton TBS (120 Kg/ton TBS \times 60 ton TBS/jam = 7,2 ton uap/jam); 4) Stasiun Pengeringan Biji. Kebutuhan uap : 25 Kg/ton TBS (25 Kg/ton TBS \times 60 ton TBS/jam = 1,5 ton uap/jam); 5) Stasiun Pengeringan Inti. Kebutuhan uap : 55 Kg/ton TBS (55 Kg/ton TBS \times 60 ton TBS/jam = 3,3 ton uap/jam); 6) *Cake Breaker Conveyor* (CBC). Kebutuhan uap :30 Kg/ton TBS (23 Kg/ton TBS \times 60 ton TBS/jam = 1,4 ton uap/jam); 7) Pompa Air umpan (Turbin). Kebutuhan uap : 70 Kg/ton TBS (70 Kg/ton TBS \times 60 ton TBS/jam = 4,2 ton uap/jam); 8) Tangki Timbun. Kebutuhan uap : 50 Kg/ton TBS (50 Kg/ton TBS \times 60 ton TBS/jam = 3 ton uap/jam); 9) *Dearator*. Kebutuhan uap : 50 Kg/ton TBS (50 Kg/ton TBS \times 60 ton TBS/jam = 3 ton uap/jam). **Total kebutuhan uap = 39,8 ton/jam.**

Distribusi Uap Yang Digunakan Menurut Standar Pengolahan Kelapa Sawit. Jumlah uap yang seharusnya didistribusikan dan digunakan pada pengolahan kelapa sawit, untuk setiap stasiun pengolahan yang memerlukan uap menurut standar pengolahan kelapa sawit yang telah ditetapkan adalah sebagai berikut: 1) Stasiun Perebusan / *Sterillizer*. Kebutuhan uap : 600 Kg/ton TBS (600 Kg/ton TBS \times 60 ton TBS/jam = 36 ton uap/jam); 2) Stasiun Kempa / *Screw Press*. Kebutuhan uap : 40 Kg/ton TBS (40 Kg/ton TBS \times 60 ton TBS/jam = 2,4 ton uap/jam); 3) Stasiun Pemurnian Minyak. Kebutuhan uap : 120 Kg/ton TBS (120 Kg/ton TBS \times 60 ton TBS/jam =7,2 ton uap/jam); 4) Stasiun Pengeringan Biji. Kebutuhan uap : 25 Kg/ton TBS (25 Kg/ton TBS \times 60 ton TBS/jam = 1,5 ton uap/jam); 5) Stasiun Pengeringan Inti. Kebutuhan uap : 55 Kg/ton TBS (55 Kg/ton TBS \times 60 ton TBS/jam = 3,3 ton uap/jam); 6) *Cake Breaker Conveyor* (CBC). Kebutuhan uap : 23 Kg/ton TBS (23 Kg/ton TBS \times 60 ton TBS/jam = 1,4 ton uap/jam); 7) Pompa Air umpan (Turbin). Kebutuhan uap : 70 Kg/ton TBS (70 Kg/ton TBS \times 60 ton TBS/jam = 4,2 ton uap/jam); 8) Tangki Timbun. Kebutuhan uap : 50 Kg/ton TBS (50 Kg/ton TBS \times 60 ton TBS/jam = 3 ton uap/jam); 9) *Dearator*. Kebutuhan uap : 50 Kg/ton TBS (50 Kg/ton TBS \times 60 ton TBS/jam = 3 ton uap/jam). **Total kebutuhan uap = 62,0 ton/jam.**

PEMBAHASAN

Dampak Kekurangan Uap Terhadap PMS. Berdasarkan hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa jumlah uap yang digunakan untuk pengolahan kelapa sawit pada kenyataan di lapangan tidak sesuai dengan jumlah uap yang digunakan untuk pengolahan kelapa sawit menurut standar yang telah ditetapkan, yaitu terjadi kekurangan jumlah uap pada proses perebusan (*sterilizer*). Hal ini akan berdampak buruk pada proses pengolahan selanjutnya yang pada kenyataannya sering terjadi kerusakan pada stasiun kempa atau press.

Kerusakan-kerusakan yang terjadi adalah pada proses pelumatan (*digester*), terjadi keausan pada pisau *digester*, karena bekerja pada beban yang berat. Pada proses pengepresan sering terjadi kerusakan pada alat *screw press* berupa patahnya *screw*, poros *intermediet* bengkok, sangkar *screw press* mengembang, *screw* aus, sehingga akan menghambat proses pengolahan, bahkan dapat menghentikan proses pengolahan itu sendiri. Terhentinya proses pengolahan dikarenakan adanya perbaikan pada alat yang mengalami kerusakan, sehingga menghabiskan banyak waktu, yang pada akhirnya akan merugikan PMS itu sendiri, baik dari sisi ekonomi maupun dari kualitas pengolahan yang dihasilkan.

Kebutuhan Ketel Untuk Memenuhi Kebutuhan Uap Menurut Standar Pengolahan Kelapa Sawit. Berdasarkan hasil perhitungan dalam pengolahan kelapa sawit pada PMS Parindu terjadi kekurangan jumlah uap. Untuk itu, pada PMS Parindu harus memenuhi kekurangan uap tersebut agar sesuai dengan standar pengolahan kelapa sawit yang telah ditetapkan. Jumlah uap yang harus dipenuhi oleh PMS Parindu untuk memenuhi kekurangan uap pada proses pengolahan kelapa sawit adalah sebesar 22 ton uap/jam. Oleh karena itu PMS Parindu harus mengoperasikan 1 (satu) buah ketel lagi dengan kapasitas 22 ton uap/jam sehingga dapat memenuhi kekurangan uap pada proses pengolahan. Dengan demikian jumlah ketel uap yang harus dioperasikan oleh PMS Parindu sebanyak 3 (buah) unit dengan kapasitas, 2 (dua) buah unit ketel dengan kapasitas 20 ton uap/jam dan 1 (satu) buah ketel dengan kapasitas 22 ton/jam.

Jumlah Bahan Bakar Yang Dibutuhkan Untuk Memenuhi Kekurangan Uap Menurut Standar Pengolahan Kelapa Sawit. Jumlah ketel uap yang harus dioperasikan di PMS Parindu berjumlah 3 (tiga) buah. Akan tetapi, dalam proses pengolahan pada PMS Parindu, jumlah serat dan cangkang yang dihasilkan hanya mencukupi untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar untuk 2 (dua) buah ketel uap saja. Untuk itu salah satu dari ketiga ketel tersebut harus menggunakan bahan bakar alternatif lainnya yaitu minyak solar. Oleh karena itu, jumlah bahan bakar minyak solar yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan uap dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut: Diketahui: Berat jenis minyak solar pada suhu 15 °C: 870 kg/m³. Harga minyak solar (industri): Rp 11.000,- Gcv minyak solar: 10800 kkal/kg. Efisiensi ketel (η): 70 % = 0,7. Maka didapat:

$$\eta = \frac{Q \times (h_{uap} - h_{air})}{G_{bb} \times G_{cv}} \text{ dan } G_{bb} = \frac{Q \times (h_{uap} - h_{air})}{\eta \times G_{cv}}$$

$$G_{bb} = \frac{22000 \text{ kg/jam} \times (673,6 - 79,97) \text{ kJ/kg} \times 0,2388 \text{ kkal/kg}}{0,7 \times 10800 \text{ kkal/kg}}$$

$$G_{bb} = 412.53 \text{ kg/jam} = \frac{412.53 \text{ kg/jam}}{870 \text{ kg/m}^3} = 0.474 \text{ m}^3/\text{jam} = 474 \text{ l/jam}$$

Dari hasil perhitungan jika ketel beroperasi selama 20 jam sehari, maka jumlah dan harga solar yang digunakan untuk pengoperasian ketel per hari adalah sebagai berikut:

$$\text{solar per hari} = G_{bb} \times t = 474 \text{ l/jam} \times 20 \text{ jam} = 9480 \text{ l}$$

Jadi dalam 20 jam kerja, konsumsi bahan bakar solar untuk ketel sebanyak 9480 l, sedangkan biaya yang harus dikeluarkan untuk pembelian bahan bakar solar adalah sebagai berikut :

$$\text{biaya solar per hari} = \text{Rp } 11,000 \times 7660 \text{ l} = \text{Rp } 104,280,000, -$$

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada analisis pemenuhan kebutuhan uap PMS Parindu PTP Nusantara XIII (PERSERO) dapat disimpulkan bahwa kekurangan akan kebutuhan uap dalam pengolahan kelapa sawit akan mengakibatkan: 1) Kehilangan minyak pada proses *thresher* karena buah tidak terlepas dari tandan/janjangan sehingga ikut terbang; 2) Pada proses pelumatan (*digester*), perikarp tidak terlepas sepenuhnya, sehingga proses pemecahan sel minyak tidak sempurna dan juga pada biji masih terdapat serat; 3) Terjadi keausan pada pisau *digester*, karena bekerja pada beban yang berat; 4) Pada proses pengepresan sering terjadi kerusakan pada alat screw press berupa patahnya *screw*, poros *intermediet* bengkok, sangkar *screw press* mengembang, *screw* aus, sehingga akan mempengaruhi kapasitas produksi pabrik; dan 5) Persentase inti pecah semakin tinggi, karena pada proses pemecahan cangkang inti masih melekat kuat pada cangkang

Saran

Pabrik minyak sawit (PMS) Parindu dengan kapasitas olah 60 ton TBS/jam, sebaiknya uap yang dihasilkan oleh ketel uap harus mencukupi kebutuhan uap yang dipergunakan untuk pengolahan kelapa sawit dalam pabrik dengan kapasitas 60 ton TBS/jam. Hal ini bertujuan untuk menghasilkan kualitas minyak dan inti yang baik serta menjaga efisiensi dan kapasitas pengolahan. Selain itu sebaiknya PMS Parindu mengoperasikan 3 (tiga) buah ketel uap dengan tujuan untuk mencukupi kebutuhan uap dalam proses pengolahan sebanyak 62 ton uap/jam. Kapasitas dari masing-masing ketel uap yang digunakan adalah 1 (satu) buah berkapasitas 22 ton uap/jam dan 2

(dua) buah berkapasitas 20 ton uap/jam. Salah satu dari ketel uap tersebut berbahan bakar solar ataupun yang lainnya, karena jumlah serat dan cangkang yang dihasilkan dari proses pengolahan hanya mencukupi untuk pengoperasian 2 (dua) buah ketel uap.

DAFTAR PUSTAKA

- Aloewie, Tjepy F. tt. *Pelatihan Dan Sertifikat Operator Pesawat Uap Kelas II*. Surabaya: Lembaga Pembinaan dan Keterampilan Kerja ALKON.
- Djokosetyardjo, J. M. 1993. *Ketel uap*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Moran, J., Michael, Howard, N. Shapiro. tt. *Fundamentals Of Engineering Thermodynamics*. United States of America: John Wiley & Son Inc.
- LPP Kampus Medan. 2005. *Proses Pengolahan Kelapa Sawit*. Medan: LPP Kampus Medan.
- PTP Nusantara XIII (PERSERO). 2007. *Bahan Bacaan Kursus Pengoperasian dan Perawatan Boiler dan Turbin*. Medan: LPP Kampus Medan.
- PT. Super Andalas Steel. tt. *Petunjuk Pengoperasian dan Perawatan Takuma Water Tube Boiler*. Medan: PT. Super Andalas Steel.
- Spesifikasi Minyak Solar*. tt. www.pertamina.com.