

PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP EFISIENSI STERILIZER DAN KUALITAS MINYAK YANG DIHASILKAN

Sulaiman¹⁾ dan RM randa²⁾

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Padang
Jl. Gajah Mada Kandis Nanggalo
sulaeman_ali@yahoo.co.id, Randa_m25@yahoo.com

Abstract

Sterilizer is a pressurized vessel used to boil oil palm. Sterilizer uses steam as a heating medium derived from a steam turbine with a temperature of 100⁰C-140⁰C. boiling on sterilizer will affect the yield of palm oil. the higher the sterilizer temperature, the faster the boiling will be and the more oil produced. this is because the viscosity of oil in the palm fruit down when pressed and easily separated from the fruit. the water contained in the oil will convert the oil into Free Fatty Acids (free fatty acids). Free Fatty Acids will cause rancidity if too long in the store. this will degrade the quality of the oil itself which can not be stored for too long. in addition to the water content of many, if the boiling of the palm fruit too quickly will cause the color of the oil red by carotene dye (red). the sterilizer data is devoted to three temperatures of 120⁰C, 130⁰C and 140⁰C, at which temperature will be compared to find a good temperature on the sterilizer. The steam flow rate comes in the range of 25-30 ton/hour which will cook fresh fruit bunches with Single Peak, Double Peak, Triple Peak steaming, very high steam temperatures that will affect the efficiency of the sterilizer. Apart from high steam temperatures other factors affecting the sterilizer are the inlet vapor flow rate, the temperature of the outflow vapor rate and the condensate water flow rate, the flow rate at the condensate water is influenced by the pressure inside the sterilizer. the efficiency will be great if the vapor flow rate is less than the condensate flow rate, the efficiency of the sterilizer based on 80%-90% factory specification, after analyzing according to the data obtained in the field efficiency of about 76.8%, with the efficiency that has been in get as well as temperature 120⁰C, 130⁰C and 140⁰C then the quality of palm oil produced is clean enough to be stored and durable.

Keywords: Sterilizer, Temperature, Sterilizer Efficiency, Oil Quality

PENDAHULUAN

Untuk meningkatkan daya guna kemampuan produksi dari suatu pabrik kelapa sawit, diperlukan serta pengetahuan teknis yang baik dalam mengoperasikan peralatan-peralatan yang berada di pabrik dengan tujuan untuk mendapatkan hasil yang maksimal dengan tidak mengabaikan mutu dari pada produksi yang dihasilkan. Peralatan yang pertama yang penting pada pabrik CPO adalah Sterilizer.

Sterilizer adalah suatu bejana uap bertekanan yang digunakan untuk merebus kelapa sawit. Sterilizer digunakan untuk pemasakan kelapa sawit yang mempermudah proses selanjutnya. Sterilizer menggunakan *steam* sebagai media pemanas yang berasal dari sisa pembuangan turbin uap.

Turbin uap disebut juga Boiler yang didalamnya terjadi perpindahan panas untuk mengubah fasa cair menjadi fasa uap. Steam dari boiler dialirkan melalui sistem pemipaan ke Sterilizer oleh karena steam berupa fluida gas, untuk memtransportasikannya dibutuhkan tekanan. Tekanan steam diatur menggunakan kran dan di pantau dengan alat pemantau tekanan. Sehingga steam dapat sampai di Sterilizer untuk digunakan pada saat perbusan.

Steam (uap) yang digunakan bertemperatur 100-140⁰C. Temperatur yang digunakan diatas titik didih air agar dapat mengubah fasa menjadi uap jenuh. Semakin tinggi temperatur uap maka pemasakan dari buah sawit semakin cepat. Misalnya pada Temperatur 120⁰C uap yang dihasilkan merupakan uap jenuh yang akan memasakkan buah kelapa sawit. Tapi, pada temperatur ini pemasakan kelapa sawit kurang baik dari pada temperatur 140⁰C yang sama-sama pada uap jenuh. Dikarenakan Pada

temperatur 120⁰C tekanan yang diberikan lebih rendah dari pada temperatur 140⁰C. Sehingga pemasakan akan membutuhkan waktu yang lebih lama.

Sterilizer sebagai tempat pemasakan buah sawit akan mempengaruhi hasil dari minyak sawit itu sendiri. Semakin tinggi temperatur Sterilizer, pemasakan akan semakin cepat dan minyak yang dihasilkan lebih banyak. Ini dikarenakan viskositas minyak di dalam buah sawit turun jadi saat dipress mudah terpisah dari dari buah. Tetapi uap yang digunakan adalah uap jenuh yang mengandung air yang sangat banyak, ini juga menyebabkan besarnya kandungan air di dalam minyak yang dihasilkan.

Sterilizer merupakan bejana untuk perebusan yang menggunakan *steam* dan tekanan 2,6 – 3,0 kg/cm². Sterilizer menggunakan suhu tinggi untuk menurunkan viskositas minyak agar terlepas dari daging buah kemudian untuk mendapatkan minyak tersebut daging buah di *press* sehingga didapatkan minyak kelapa sawit mentah.

Jumlah minyak yang didapatkan tergantung dari awal proses. Selain saat pemanenan kelapa sawit jumlah minyak yang didapatkan juga tergantung saat perebusan. Pada saat perebusan akan terjadi 3x kenaikan tekanan yang menyebabkan temperatur juga naik 3x lipat dari pada awalnya. Temperatur yang terlalu tinggi akan menyebabkan kenaikan FFA (*free fatty acid*), kenaikan kadar air, kehilangan minyak (*oil losses*). Sebaliknya jika temperatur terlalu rendah kelapa sawit tidak akan masak sehingga saat di Digester buah tidak terlepas dari brondolannya dan saat di press akan sulit.

Dalam melakukan penelitian ini penulis membatasi masalah sebagai berikut:

1. Pengaruh temperatur terhadap efisiensi sterilizer di PT KSI
2. Pengaruh temperatur di sterilizer terhadap kualitas minyak sawit yang dihasilkan
3. Hubungan Efisiensi sterilizer terhadap minyak sawit yang dihasilkan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui temperatur yang tepat agar efisiensi dari sterilizer maksimal dan kualitas minyak yang dihasilkan juga terjaga.

- 1) Efisiensi dari Sterilizer lebih dari 80%
- 2) Semakin tinggi temperatur di sterilizer maka proses di sterilizer semakin baik
- 3) Semakin tinggi temperatur di Sterilizer maka kualitas minyak lebih baik dengan rendahnya kadar air dan ALB di dalam minyak CPO

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan pengetahuan dan informasi tentang efisiensi Sterilizer
2. Mengetahui temperatur yang baik agar CPO yang didapatkan maksimal dan berkualitas baik
3. Mengetahui kualitas minyak yang dihasilkan dengan temperatur yang berbeda-beda
4. Dari hasil yang diperoleh dapat dibandingkan dengan data aktual yang ada di perusahaan sehingga dapat disarankan kepada perusahaan tersebut
5. Dari hasil yang diperoleh dapat meningkatkan kinerja dari Sterilizer dan kualitas minyak yang didapatkan

TINJAUAN PUSTAKA

Pengolahan kelapa sawit merupakan salah satu faktor yang menentukan keberhasilan usaha perkebunan kelapa sawit. Hasil utama yang diperoleh ialah minyak sawit, inti sawit, serabut, cangkang dan tandan kosong. Pabrik kelapa sawit (PKS) dalam konteks industri di Indonesia dipahami sebagai unit ekstraksi *crude palm oil* (CPO) dan inti sawit dari tandan buah segar (TBS) kelapa sawit. PKS tersusun atas unit-unit proses yang memanfaatkan kombinasi perlakuan mekanis, fisik, & kimia. Kualitas produk sangat penting peranannya dalam menjamin daya saing industri perkebunan kelapa sawit dibanding minyak nabati lainnya. Proses pengolahan kelapa sawit merupakan proses ekstraksi CPO secara mekanis dari TBS yang diikuti dengan proses pemurnian. Secara keseluruhan proses tersebut terdiri dari beberapa tahap yang berjalan searah berkesinambungan, kegagalan satu tahap proses akan berpengaruh terhadap proses-proses berikutnya. (setyawan,2010).

Efisiensi adalah ukuran yang menunjukkan bagaimana baiknya sumber-sumber daya digunakan dalam proses produksi untuk menghasilkan output (Gasper, 2005).

Pengolahan kelapa sawit merupakan salah satu faktor menentukan keberhasilan usaha perkebunan kelapa sawit. Hasil utama yang dapat diperoleh ialah minyak sawit mentah / CPO (*Crude Palm Oil*), minyak inti sawit / PKO (*Palm Kernel Oil*), serabut, cangkang, dan tandan kosong sawit. Pengolahan kelapa sawit melibatkan banyak faktor seperti faktor modal, tenaga kerja, lahan, dan bahan baku. Faktor-faktor ini saling mempengaruhi satu sama lain sehingga saling berkaitan (Indah, Melinda, Widya dan Trimeji, 2009).

Asam lemak merupakan suatu asam karboksilat yang diperoleh dari hidrolisis suatu lemak atau minyak, umumnya mempunyai rantai hidrokarbon panjang dan tidak bercabang. Asam lemak yang paling terbesar merata dalam alam, yaitu asam oleat yang mengandung satu ikatan rangkap. Asam-asam lemak dengan lebih dari satu ikatan rangkap adalah tidak lazim, terutama dalam minyak nabati, minyak-minyak ini disebut *poliunsaturat*.

Untuk memperoleh minyak sawit dengan standar serta mutu yang baik, maka perlu diperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi mutu produksi, terutama ALB dalam minyak kelapa sawit. ALB adalah faktor mutu yang paling cepat berubah selama proses terjadi, ALB dalam konsentrasi tinggi yang terikat dalam minyak kelapa sawit sangat merugikan (Julia, 2009). Beberapa hal yang menyebabkan kadar ALB tinggi dalam minyak kelapa sawit menurut Julia (2009) antara lain:

1. Pemanenan buah sawit yang tidak tepat waktu
2. Keterlambatan dalam pengumpulan dan pegangkutan buah
3. Proses hidrolisa selama pemrosesan dipabrik

a) Pemanenan Kelapa Sawit

Pengolahan buah Kelapa Sawit diawali dengan proses pemanenan Buah Kelapa Sawit. Untuk memperoleh Hasil produksi (CPO) dengan kualitas yang baik serta dengan Rendemen minyak yang tinggi, Pemanenan dilakukan berdasarkan Kriteria Panen (tandan matang panen) yaitu dapat dilihat dari jumlah berondolan yang telah jatuh ditanah sedikitnya ada 5 buah yang lepas/jatuh (brondolan) dari tandan yang beratnya kurang dari 10 kg atau sedikitnya ada 10 buah yang lepas dari tandan.

Penilaian buah Sawit dapat dibagi dalam beberapa kriteria sebagai berikut:

- | | |
|------------------|---|
| 1. Sangat mentah | : 1-12,5 % buah luar atau 0-1 berondolan/kg tandan membrondol Mentah |
| 2. Matang | : 12,5-25% buah luar atau 2 berondolan/kg tandan 25 % dari buah luar membrondol |
| 3. Kurang matang | : 25-50 % buah luar membrondol Matang 3 50-75 % buah luar membrondol Matang |
| 4. Lewat matang | : 75-100% buah luar membrondol Lewat matang (ranum) 5 100 % buah luar membrondol dan sebagian berbau busuk Lewat matang (busuk) |

b) Penimbangan Tandan Buah Segar (TBS)

Pengangkutan Tandan Buah Segar (TBS) menuju pabrik pengolahan kelapa sawit dilakukan dengan menggunakan alat transportasi berupa Truk atau Traktor. Sebelum masuk kedalam *Loading Ramp*, TBS ditimbang terlebih dahulu.

c) *Loading ramp*

TBS yang sudah selesai ditimbang selanjutnya dibongkar di *loading ramp* dengan menuang langsung dari truk. *Loading ramp* merupakan suatu bangunan dengan lantai berupa kisi-kisi pelat besi berjarak 10 cm dengan kemiringan 45 derajat. Kisi-kisi tersebut berfungsi untuk memisahkan kotoran berupa pasir, kerikil dan sampah yang terikat dalam TBS. *loading ramp* dilengkapi pintu-pintu keluaran yang digerakkan secara hidrolisis sehingga memudahkan dalam pengisian TBS ke dalam lori untuk proses selanjutnya. Setiap lori memuat 4,5 ton TBS (lori besar) (Adi, 2012).

d) Sterilizer

Proses selanjutnya tandan buah segar yang telah disortasi kemudian diangkut menggunakan Lori menuju tempat perebusan (Sterilizer). Dalam tahap ini terdapat tiga cara perebusan TBS yaitu

- a. Sistem satu puncak (*Single Peak*) adalah sistem perebusan yang mempunyai satu puncak akibat tindakan pembuangan dan pemasukan uap yang tidak merubah bentuk pola perebusan selama proses perebusan satu siklus

- b. Sistem dua puncak adalah jumlah puncak yang terbentuk selama proses perebusan berjumlah dua puncak akibat tindakan pembuangan uap dan pemasukan uap kemudian dilanjutkan dengan pemasukan, penahanan dan pembuangan uap selama perebusan satu siklus.
- c. Sistem tiga puncak adalah jumlah puncak yang terbentuk selama perebusan berjumlah tiga sebagai akibat dari tindakan pemasukan uap, pembuangan uap, dilanjutkan dengan pemasukan uap, penahanan dan pembuangan uap selama proses perebusan satu siklus.

Perebusan dengan sistem 3 *peak* (tiga puncak tekanan). Puncak pertama tekanan sampai 1,5 Kg/cm², puncak kedua tekanan sampai 2,0 Kg/cm² dan puncak ketiga tekanan sampai 2,6 - 3,0 Kg/cm² (Polnep, 2003).

e) *Thresher*

Tahapan selanjutnya adalah proses pemipilan atau pelepasan buah dari tandan. Pada proses ini, buah yang telah direbus di angkut dengan dua cara yaitu pertama, dengan menggunakan *Hoisting crane* dan di tuang ke dalam *Thresher* melalui *Hooper* yang berfungsi untuk menampung buah rebus.

f) *Digester*

Di dalam *Digester* buah diaduk dan dilumat untuk memudahkan daging buah terpisah dari biji. *Digester* terdiri dari tabung silinder yang berdiri tegak yang di dalamnya dipasang pisau-pisau pengaduk sebanyak 6 tingkat yang diikatkan pada poros dan digerakkan oleh motor listrik.

g) *Pengepresan (Screw Press)*

Pengepresan berfungsi untuk memisahkan minyak kasar (*crude oil*) dari daging buah (*pericarp*). Massa yang keluar dari *Digester* diperas dalam *Screw Press* pada tekanan 50-60 bar dengan menggunakan air pembilas *Screw Press* suhu 90-95 °C sebanyak 7% TBS dengan hasil minyak kasar (*crude oil*) yang viskositasnya tinggi. Dari pengepresan tersebut akan diperoleh minyak kasar dan ampas serta biji.

h) *Penyaringan (Vibrating Screen)*

Minyak kasar (*crude oil*) yang dihasilkan kemudian disaring menggunakan *Vibrating Screen*. Penyaringan bertujuan untuk memisahkan beberapa bahan asing seperti pasir, serabut dan bahan-bahan lain yang masih mengandung minyak dan dapat dikembalikan ke *Digester*. *Vibrating screen* terdiri dari 2 tingkat saringan dengan luas permukaan 2 m². Tingkat atas memakai saringan ukuran 20 mesh, sedangkan tingkat bawah memakai saringan 40 mesh.

i) *Crude Oil Tank (COT)*

Minyak yang telah disaring kemudian ditampung kedalam *Crude Oil Tank (COT)*. Di dalam COT suhu dipertahankan 90-95°C agar kualitas minyak yang terbentuk tetap baik.

j) *Clarifier Tank*

Tahap selanjutnya minyak dimasukkan kedalam Tangki Klarifikasi (*Clarifier Tank*). Prinsip dari proses pemurnian minyak di dalam tangki pemisah adalah melakukan pemisahan bahan berdasarkan berat jenis bahan sehingga campuran minyak kasar dapat terpisah dari air. Pada tahapan ini dihasilkan dua jenis bahan yaitu *crude oil* dan *sludge*. Minyak kasar yang dihasilkan kemudian ditampung sementara kedalam *Oil Tank*.

k) *Purifier*

Minyak kemudian dimurnikan dalam *Purifier*. Di dalam *Purifier* dilakukan pemurnian untuk mengurangi kadar kotoran dan kadar air yang terdapat pada minyak berdasarkan atas perbedaan densitas dengan menggunakan gaya sentrifugal, dengan kecepatan perputarannya 7500 rpm. Kotoran dan air yang memiliki densitas yang besar akan berada pada bagian yang luar (*dinding bowl*), sedangkan minyak yang mempunyai densitas lebih kecil bergerak ke arah poros dan keluar melalui sudu-sudu untuk dialirkan ke *Vacum Dryer*.

l) *Decanter*

Sludge yang dihasilkan dari *Clarifier Tank* kemudian dialirkan ke dalam *Decanter*. Di dalam alat ini terjadi pemisahan antara *Light phase*, *Heavy phase* dan *Solid*.

m) *Vacum dryer*

Minyak yang keluar dari *purifier* masih mengandung air, maka untuk mengurangi kadar air tersebut, minyak dipompakan ke *Vacum Dryer*.

n) *Storage Tank*

Crude Palm Oil yang dihasilkan kemudian dialirkan ke dalam *Storage Tank* (tangki timbun). Suhu simpan dalam *Storage Tank* dipertahankan antara 45-55°C.

Pada Sterilizer juga banyak terjadi permasalahan yang nantinya akan berpengaruh terhadap proses perebusan, baik saat bekerja ataupun hasil dari perebusan itu sendiri. Kerugian saat perebusan berlangsung dapat seperti berikut:

- a. Minyak yang terkandung dalam tandan kosong

Kehilangan minyak dalam tandan kosong semakin tinggi bila jumlah puncak rebusan ditambah, hal ini disebabkan oleh naik turunnya tekanan yang membuat buah seolah – olah dikempa, hingga minyak keluar dari *perikarp* yang kemudian meresap ke dalam janjangan yang telah berkurang airnya.

Penahan waktu puncak pada setiap sistem akan mengakibatkan jumlah minyak yang keluar dari buah yang telah masak saat direbus kandungan airnya berkurang dan kandungan minyaknya lebih mudah keluar dengan bantuan tekanan uap saat perebusan.

- b. Minyak yang terkandung dalam perikarp brondolan tidak terpipil

Kehilangan minyak akibat tandan tidak terpipil untuk seluruh perlakuan tidak berbeda nyata, ini disebabkan oleh tekanan uap dalam ketel rebusan sudah optimal, sehingga brondolan sudah relatif terpipil, walaupun terdapat buah yang tidak terpipil disebabkan oleh perebusannya.

- c. Kehilangan minyak pada ampas

Penambahan waktu rebusan akan mempertinggi kadar minyak dalam *steam* keluar menyebabkan *oil losses*, hal ini disebabkan oleh lamanya TBS di masak pada tekanan tinggi sehingga viskositas minyak rendah dan mudahnya terikut pada *steam* yang akan keluar dari Sterilizer.

- d. Kerugian biji dalam tandan kosong

Kandungan inti pada tandan yang tidak terpipil sempurna untuk seluruh perlakuan tidak beda nyata. Akan tetapi bila dilihat dari segi pengaruh jumlah puncak dan lama perebusan terhadap kadar biji.

Kualitas merupakan faktor utama produsen sebelum membeli barang dan jasa, sehingga kualitas merupakan faktor utama dalam keberhasilan suatu produk dipasaran. Produsen yang baik tentu akan mempertahankan mutu supaya tidak terlalu banyak variasi. Kualitas suatu produk ditentukan oleh mutu suatu produk tersebut. Segala ciri yang mendukung persyaratan disebut karakteristik kualitas. Ciri- ciri itu bisa berupa ukuran, fungsi, sifat kimia, daya tahan hidup dan yang lainnya (Astuti, 2007).

Mutu minyak kelapa sawit bisa diukur dengan angka- angka dari minyak sawit itu sendiri. Beberapa kriteria yang bisa digunakan untuk mengukur kualitas minyak kelapa sawit harus dipahami benar oleh produsen jika ingin produknya diterima oleh konsumen, terutama konsumen luar negeri. Kadar asam lemak bebas (ALB), kadar air dan kadar kotoran merupakan kriteria untuk melihat mutu CPO (Julia, 2009).

Berikut ini adalah beberapa pengertian dari beberapa karakteristik mutu menurut Mangoensoekarjo dan Semangun (2003) *cit.* Julia (2009):

1. Asam lemak bebas (ALB) adalah asam yang dibebaskan pada hidrolisis lemak. ALB tinggi adalah suatu ukuran ketidakberesan dalam panen dan pengolahan.
2. Kadar air adalah bahan yang menguap yang terdapat dalam minyak sawit pada pemanasan 105°C. kadar air tinggi diatas 0,1% membantu hidrolisis .
3. Kadar kotoran adalah bahan-bahan yang tak larut dalam minyak, yang dapat disaring setelah minyak dilarutkan dalam suatu pelarut dalam kepekatan 10%.

Efisiensi diartikan sebagai rasio *output* dan *input*, seberapa besar *output* yang dihasilkan dengan menggunakan sejumlah *input* yang dimiliki perusahaan (Bayangkara, 2008 *cit.* Hijayati, Moch dan Achmad, 2014). Pengukuran Produktivitas Bahan Baku (PB) Perhitungan produktivitas bahan baku (PB) sama dengan perhitungan mencari rendemen minyak kelapa sawit.

Panas yang dibutuhkan Sterilizer untuk merebus tandan buah segar (TBS) dapat dirumuskan sebagai berikut :

$Q \text{ steam masuk} = Q \text{ steam keluar} + Q \text{ kondensat}$

$Q \text{ steam} = M \times C_p \times \Delta T$

$Q \text{ kondensat} = (M \times \lambda) + (M \times C_p \times \Delta T)$ Dimana: Q= Nilai panas (kkal/jam)

\dot{m} = laju alir massa (ton/jam)

λ = lamda (kkal/jam)

ΔT = Beda temperatur ($^{\circ}\text{C}$)

C_p = *calor specific* (kkal/kg. $^{\circ}\text{C}$)

Persen efisiensi dihitung melalui panas yang dibutuhkan dibandingkan dengan panas masuk.

$$\% \text{ Efisiensi} = \frac{\text{panas yang dibutuhkan}}{\text{panas masuk}} \times 100\%$$

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di PT. Kencana Sawit Indonesia yang dimulai dari pengambilan data di *Control Room* produksi. Data yang diambil adalah data Sterilizer dan data minyak yang telah berada di *Storage Tank*. Data Sterilizer digunakan untuk mengetahui efisiensi Sterilizer yang akan terhubung ke data minyak yang diambil di laboratorium untuk mengetahui kondisi minyak sehingga dapat diketahui sterilizer yang digunakan masih efisien atau tidak efisien.

Data sterilizer dikhususkan pada tiga temperatur yaitu 120°C , 130°C dan 140°C . Pada temperatur tersebut akan dibandingkan untuk mengetahui temperatur yang baik pada Sterilizer.

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. *Termocouple*

Termocouple digunakan untuk menentukan temperatur air di Sterilizer dan minyak.

2. Piknometer

Piknometer digunakan untuk mengetahui massa jenis dari minyak.

Dalam melakukan penelitian dapat dilakukan prosedur sebagai berikut:

- 1) Pengambilan data pada alat Sterilizer di ruang operator seperti data temperatur
- 2) Mengambil data fisik dan kimia dari minyak CPO yang dihasilkan
- 3) Mengolah data dengan menggunakan metode perpindahan panas
- 4) Membandingkan data yang telah diolah dengan desain

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menghitung nilai efisiensi dari panas steam masuk ke dalam sterilizer dengan faktor temperatur panas masuk konstan.

Data 1.

- a. Steam Masuk

$$\begin{aligned} Q &= \dot{m} \cdot C_p \cdot \Delta T \\ &= 25 \text{ ton/jam} \cdot 0,4548 \text{ kkal/kg K} \cdot (120 - 25)^{\circ}\text{C} \\ &= 25000 \text{ kg/jam} \cdot 0,4548 \text{ kkal/kg K} \cdot (393-298) \text{ K} \\ &= 1.08 \text{ kkal/jam} \end{aligned}$$

- b. Steam Keluar

$$\begin{aligned} Q &= \dot{m} \cdot C_p \cdot \Delta T \\ &= 20 \text{ ton/jam} \cdot 0,3799 \text{ kkal/kg K} \cdot (37 - 25)^{\circ}\text{C} \\ &= 20000 \text{ kg/jam} \cdot 0,3799 \text{ kkal/kg K} \cdot (310-298) \text{ K} \\ &= 91.17 \text{ kkal/jam} \end{aligned}$$

- c. Air kondensat

$$\begin{aligned} Q &= (\dot{m} \cdot \lambda) + (\dot{m} \cdot C_p \cdot \Delta T) \\ &= (40 \text{ kg/jam} \cdot 355,9 \text{ kJ/kg}) + (40 \text{ kg/jam} \cdot 1 \text{ kkal/kg C} \cdot (85 - 30)^{\circ}\text{C}) \\ &= (40 \text{ kg/jam} \cdot 85,0621 \text{ kkal/kg}) + (40 \text{ kg/jam} \cdot 1 \text{ kkal/kg C} \cdot (85-30)^{\circ}\text{C}) \\ &= 3.402,484 \text{ kkal/jam} + 2.200 \text{ kkal/jam} \\ &= 5.60 \text{ kkal/jam} \end{aligned}$$

$$Q \text{ steam masuk} = Q \text{ steam keluar} + Q \text{ air kondensat}$$

$$1.08 \text{ kkal/jam} = 91.17 \text{ kkal/jam} + 5.60 \text{ kkal/jam}$$

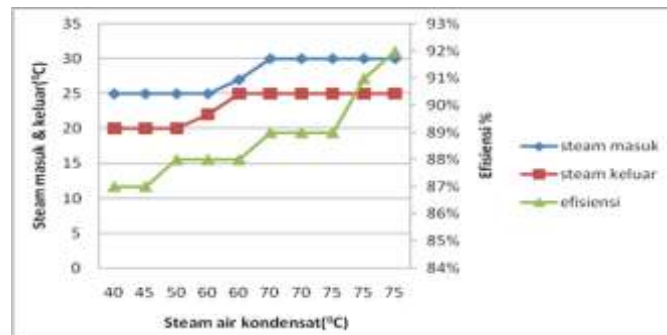
$$\begin{aligned} Q \text{ kebutuhan} &= Q \text{ steam masuk} + (Q \text{ steam keluar} + Q \text{ air kondensat}) \\ &= 1.08 \text{ kkal/jam} + (91.17 \text{ kkal/jam} + 5.60 \text{ kkal/jam}) \\ &= 97,85 \text{ kkal/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Efisiensi} &= \frac{\text{panas yang dibutuhkan}}{\text{panas masuk}} \times 100\% \\ &= \frac{97,85 \text{ kkal/jam}}{1,08 \text{ kkal/jam}} \times 100\% \\ &= 9,06\% \end{aligned}$$

Sterilizer adalah alat pemasakan tandan buah sawit (TBS) yang menggunakan Steam sebagai bahan pemasaknya. Steam dialirkan melalui pipa dari boiler dengan suhu tinggi. Penggunaan suhu tinggi ini dikarenakan steam dibutuhkan adalah steam kering (steam yang tidak membawa partikel air) yaitu pada temperatur diatas titik didih air. Sehingga pemasakan TBS tidak menambah kadar air didalamnya. Dapat dilihat dari tabel 4.1 temperatur masuk steam sangat tinggi yang akan mempengaruhi efisiensi dari Sterilizer. Selain dari temperatur steam yang tinggi faktor lain yang mempengaruhi sterilizer adalah laju alir steam masuk, temperatur laju alir exhaust, temperatur exhaust, laju alir air kondensat dan temperatur air kondensat.

1. Pengaruh laju alir terhadap efisiensi sterilizer

Laju alir steam masuk dengan rentang 25-30 ton/jam yang akan memasak TBS di dalam sterilizer dengan pemasakan 3 puncak. Steam yang dialirkan adalah steam kering dengan temperatur tinggi. Oleh karena itu laju alirnya lebih kecil dari pada air kondensat. Besarnya laju alir pada air kondensat di pengaruhi oleh tekanan di dalam sterilizer. Jika tekanan didalam sterilizer terlalu besar maka akan menyebabkan ikutnya minyak didalam TBS keluar baik ke dalam exhaust maupun air kondensat. Selain itu, didalam TBS juga memiliki kadar air. Air ini akan menguap saat pemasakan.



Gambar 1 Grafik hubungan steam masuk, keluar, air kondensat dan efisiensi

Pada gambar 1 dapat dilihat steam masuk dan exhaust memiliki laju air yang hampir sama. Sedangkan laju alir air kondensat lebih besar. Ini dapat dikarenakan besarnya kadar air didalam TBS yang keluar dan memberi pengaruh ke air kondensat. Selain itu, pada exhaust dan air kondensat juga memiliki kadar minyak yang disebut juga oil losses (kehilangan minyak) yang menyebabkan besarnya laju alir di kedua tempat tersebut.

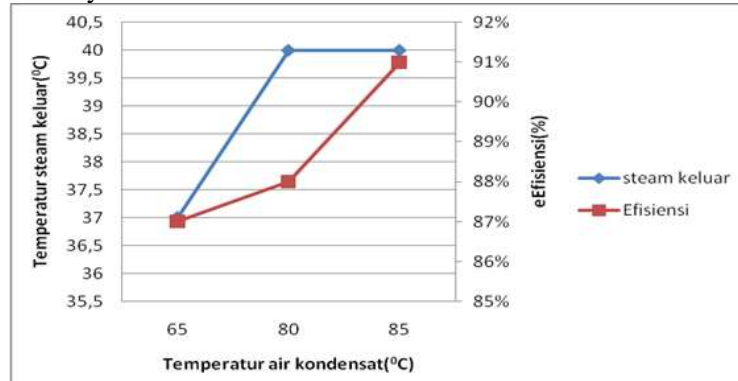
Efisiensi akan besar jika laju alir steam masuk lebih kecil dari pada laju alir kondensat. Sedangkan laju alir pada exhaust lebih kecil karena keluaran exhaust berupa uap basah.

Jika dibandingkan pada temperatur pemasakan didapatkan hasil sebagai berikut :

- Pada temperatur 120°C jika laju alir steam masuk semakin besar sedangkan laju alir air kondensat juga semakin besar maka didapatkan efisiensi dari sterilizer semakin rendah dengan faktor laju alir air exhaust juga semakin rendah. Ini dapat mempengaruhi rendemen dari minyak
- Pada temperatur 130°C jika laju alir steam masuk kecil sedangkan laju alir exhaust dan air kondensat juga kecil akan didapatkan efisiensi besar. Ini didukung dengan rendemen yang besar, kadar air dan kadar ALB yang lebih kecil dari data desain. Jika laju alir steam masuk besar sedangkan laju alir di exhaust dan di air kondensat kecil efisiensi yang didapat lebih kecil. Jika laju alir steam masuk, exhaust dan air kondensat besar maka akan didapatkan efisiensi yang lebih kecil lagi. Yang dibuktikan dengan rendemen yang lebih rendah dari pada yang lain. Yang didukung dengan tingginya kadar ALB di dalam minyak.

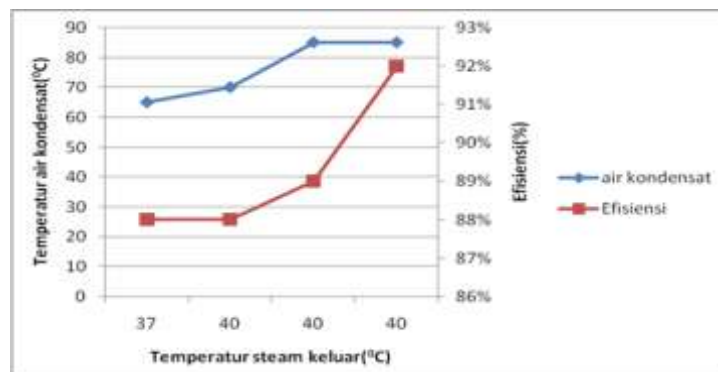
- c. Pada temperatur 140⁰C laju alir steam masuk yang semakin besar, laju alir exhaust dan air kondensat yang juga besar tidak terlalu mempengaruhi nilai dari efisiensi. Dari tabel 1 dapat dilihat pada temperatur 140⁰C pada data ke 7 hingga 10 memiliki efisiensi yang konstan. Pada data ke-9 nilai laju alir exhaust dan air kondensat naik. Ini yang menyebabkan efisiensi turun. Kemudian pada data ke-10 laju alir steam masuk di naikan sehingga efisiensi konstan kembali.
- 2. Pengaruh temperatur steam masuk terhadap efisiensi sterilizer

Temperatur pada steam masuk memiliki 3x kenaikan yaitu pada sistem 3 puncak. Ini dilakukan agar TBS dapat masak secara keseluruhan. Jika secara langsung saja diberikan tekanan 3 bar maka minyak dan airnya akan terdorong keluar TBS dan menyebabkan brondolan kosong sehingga rendemen minyak nantinya akan kecil.



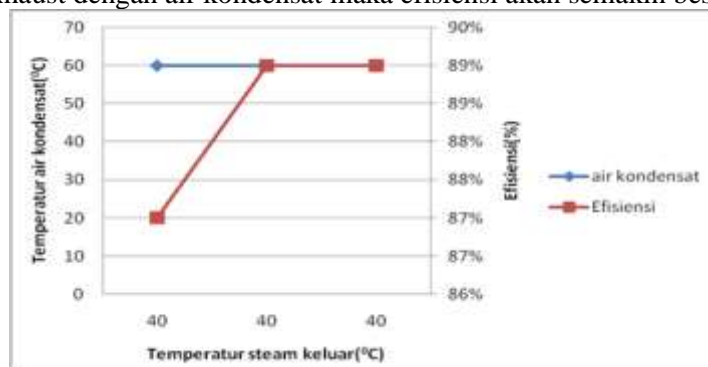
Gambar 2 Grafik hubungan steam keluar,air kondensat dan efisiensi

Pada temperatur steam masuk 120⁰C, temperatur exhaust lebih kecil dari pada temperatur air kondensat. Karena, di exhaust keluaran berupa uap sehingga tidak membawa panas yang besar. Sedangkan pada kondensat berupa air yang akan menyimpan panas lebih besar. Dari kurva dapat dilihat bahwa efisiensi akan besar saat temperatur exhaust lebih kecil dari pada temperatur air kondensat.



Gambar 3 Grafik hubungan air kondensat,steam keluar dan efisiensi

Dari kurva dapat dilihat bahwa pada temperatur 130⁰C steam masuk, semakin besar perbedaan temperatur pada exhaust dengan air kondensat maka efisiensi akan semakin besar.

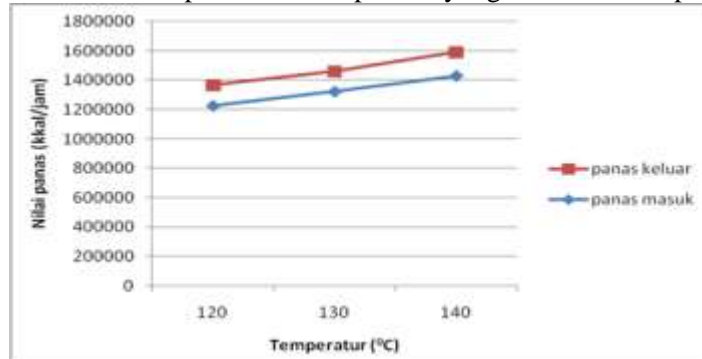


Gambar 4 Grafik hubungan steam keluar,air kondensat dan efisiensi

Pada temperatur 120⁰C dan 130⁰C agar efisiensi lebih besar, beda temperatur exhaust dengan air kondensat lebih besar. Sedangkan pada temperatur 140⁰C perbedaan temperatur itu tidak mempengaruhi efisiensi. Yang mempengaruhi efisiensi pada temperatur 140⁰C adalah laju alir masing-masing masukan dan keluaran steam.

3. Pengaruh panas yang diberikan terhadap temperatur

Hubungan panas dengan temperatur adalah semakin besar temperatur maka semakin besar pula panas yang dihasilkan. Ini berlaku pada beda temperatur yang besar dari temperatur awal.



Gambar 5 Grafik hubungan panas masuk,panas keluar dan temperatur dari sterilizer

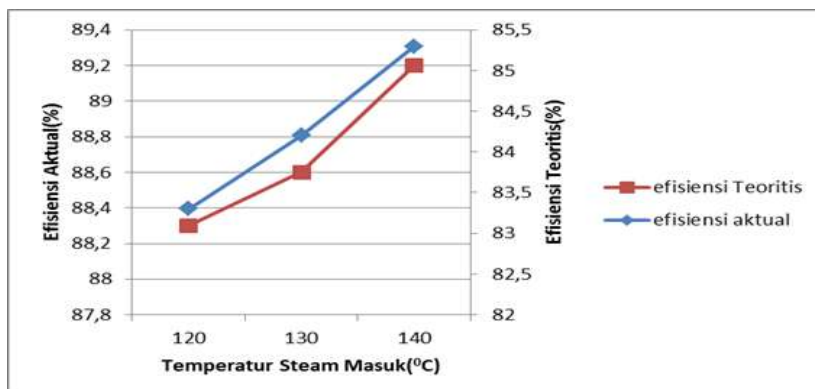
Pada gambar 5 dapat dilihat Semakin besar temperatur semakin besar pula panas yang dihasilkan. Temperatur ini merupakan temperatur steam masuk ke sterilizer.

Selain temperatur, laju alir dan panas di sterilizer, efisiensi sterilizer dapat dilihat dari rendemen, DOBI, kadar air, kadar ALB dan kekotoran dari minyak yang dihasilkan yang telah disimpan di *storage tank*. Kekotoran minyak dapat disebabkan oleh kurangnya penyaringan. Pada tabel 2 dapat dilihat kadar kekotoran tidak terlalu jauh dari ambang batas. Sehingga minyak cukup bersih untuk disimpan. Massa jenis minyak sawit 0,909-0,917 g/mL pada suhu kamar. Massa jenis akan semakin kecil jika temperatur dari minyak sawit semakin tinggi. Massa jenis akan mempengaruhi saat temperatur terlalu rendah sehingga menyebabkan memadatnya minyak sawit tersebut. Minyak yang telah memadat akan membutuhkan energi untuk mengubah menjadi minyak lagi untuk diolah selanjutnya.

Kadar air dan kadar ALB saling berhubungan, jika kadar air tinggi maka kadar ALB juga akan tinggi karena salah satu penyebab terbentuknya ALB adalah kadar air yang tinggal diminyak sehingga kadar air didalam minyak harus sekecil mungkin. Selain kadar air, pemasakan TBS yang kurang matang merupakan faktor besarnya kadar ALB di minyak. Oleh karena itu, temperatur pemasakan TBS akan diperhatikan. Pada tabel 4.2 dapat dilihat kadar ALB lebih besar dari pada standarnya sedangkan efisiensi sterilizer sangat besar pada saat yang sama. Ini mungkin disebabkan kerusakan pada sterilizer yang digunakan. seperti retaknya sterilizer sehingga pemasakan pada sterilizer tidak sempurna.

Kerusakan sterilizer ini juga akan berdampak pada rendemen yang dihasilkan. Rendemen yang diinginkan 20,75% dari TBS yang diberikan. Jika lebih kecil dari 20,75% maka pemasakan di dalam sterilizer tidak sempurna yang dikarenakan laju alir steam masuk kecil sehingga panas yang di bawa ke dalam sterilizer tidak cukup untuk memasak keseluruhan TBS yang masuk. Juga dapat dikarenakan keretakan pada sterilizer sehingga panas di dalam sterilizer keluar dari retakan.

4. Analisa perbandingan efisiensi data aktual dan data teoritis



Gambar 6 Grafik hubungan efisiensi aktual, efisiensi teoritis dan steam masuk. Berdasarkan gambar 6 terlihat dimana perbandingan efisiensi aktual dan teoritis, pada temperatur steam masuk 120°C, 130°C, dan 140°C menghasilkan efisiensi tertinggi di PT kencana sawit Indonesia dengan temperatur 140°C efisiensi aktual 89,2%, hal ini sesuai dengan kajian penelitian yang telah dilakukan secara teoritis, dan analisa data-data berdasarkan spesifikasi data sterilizer pada PT kencana sawit Indonesia, pada temperatur 140°C menghasilkan efisiensi 89,6%, artinya SOP pada PT kencana sawit Indonesia sudah berdasarkan kajian secara teoritis dan dibuktikan dengan data aktual dilapangan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan di simpulkan bahwa:

1. Efisiensi dari sterilizer dipengaruhi oleh laju aliran massa juga perbedaan temperatur uap masuk, uap keluar dan air kondensat.
2. Jika laju aliran massa uap masuk, uap keluar dan air kondensat semakin besar maka efisiensi dari sterilizer akan kecil.
3. Jika temperatur uap masuk 120°C dan 130°C maka semakin kecil laju aliran massa masuk dan keluar maka efisiensi sterilizer semakin besar.
4. Jika temperatur uap masuk 140°C laju aliran massa tidak terlalu mempengaruhi laju aliran massa.
5. Jika panas masuk ke sterilizer besar maka panas keluar akan besar juga kecuali pada temperatur ini pemasakan lebih konstan.
6. Kadar air akan berbanding lurus dengan Kadar ALB dan berbanding terbalik dengan Rendemen.
7. Kualitas minyak sawit yang dihasilkan cukup bersih untuk disimpan dan tahan lama.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diberikan saran-saran sebagai berikut:

1. Saat mengoperasikan, mesin atau unit hendaknya berdasarkan SOP (*Standard Operational Procedure*).
2. Saat perebusan akan berlangsung, tidaklah melebihi dari batas isian maksimum dari lori yang masuk ke sterilizer, agar efisiensi sterilizer tidak menurun dan minyak yang dihasilkan berkualitas lebih baik.
3. Pemeriksaan terhadap mesin rutin dilakukan setiap mesin selesai beroperasi harian.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, P. (2012). *Kaya dengan bertani kelapa sawit*. Pustaka Baru Press. Yogyakarta..
- Indah, V., M., Melinda, N., Widia, F. dan Trimej, R. (2009). *Strategi perencanaan produksi dan pengendalian bahan baku pada pabrik kelapa sawit (PKS) PTP Nusantara VI Rimbo Dua Kabupaten Tebo Provinsi Jambi*. Jurnal. Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh. Payakumbuh..

- Sitepu, Tekad.(2011), *Analisa kebutuhan Uap Pada Sterilizer Pabrik Kelapa Sawit Dengan Lama Perebusan 90 Menit*, Jurnal, Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.
- Singgarimbun. Masri dan Efendi. Sofian, (1989). *Metode penelitian survai/editor*, jakarta LP3ES.
- Smith, J. M. H. C. Van Ness. M. M. Abbott., *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics. 6th edition*. Mc Graw Hill Companies Inc. New York.
- Yunita, Febri.(2015). *Efisiensi Produksi CPO (Crude Palm Oil) di PT. Agro Masang Perkasa Plantatio Unit Palm Oil Mill Kabupaten Agam*. Politeknik PertanianNegeri Payakumbuh. Payakumbuh.