

# ANALISIS KERJA MESIN DISTILASI DAN EFISIENSI BOILER PADA PENGOLAHAN MINYAK KAYU PUTIH PERUM PERHUTANI MAJALENGKA

**Encu Shobari**

*Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Majalengka,  
Jl. K. H. Abdul Halim No. 103, Majalengka Kulon, Majalengka 45411.  
E-mail : shobaryencu4@gmail.com*

## ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kerja dan nilai efisiensi dari mesin distilasi pada pabrik penyulingan kayu putih. Dalam hal ini penelitian dilakukan selama satu bulan guna untuk mendapatkan perbandingan hasil yang akan dijadikan kerangka hitung dan kerangka analisis dalam suatu penelitian. Dalam proses distilasi boiler berperan untuk menghasilkan uap yang dapat dipakai untuk memanaskan keranjang kayu putih yang dimana minyak kayu putih dari daun kayu putih akan menguap dan menghasilkan uap minyak kayu putih. Dalam tahapan proses setelah dilakukan penguapan pada keranjang penguapan daun, maka minyak yang terkandung akan menguap dan kemudian dialirkan pada bak penampung yang disediakan melalui pipa pipa yang melewati air pendingin guna untuk merubah struktur embun menjadi cair yang kita kenal dengan metode kondensasi. Selama penelitian yang dilakukan di pabrik minyak kayu putih maka didapat hasil dari daun kayu putih seberat 16.390 kg maka dapat menghasilkan minyak kayu putih seberat 91 kg dengan nilai rendemen yaitu sebesar 0,55% hasil dari perbandingan daun dan hasil minyak kayu putih. Adapun nilai efisiensi dari boiler kapasitas 400 kg yaitu sebesar 25,9% untuk nilai efisiensi kerja dari boiler.

### **Kata kunci :**

*Distilasi, boiler, kondensasi, efisiensi*

### **1. Pendahuluan**

Indonesia sendiri merupakan salah satu penghasil tanaman kayu putih terbesar di Asia yang memanfaatkan daun kayu putih untuk dijadikan minyak. Dalam pengolahan daun kayu putih menjadi minyak bisa menggunakan beberapa metode, salah satunya adalah distilasi atau penguapan.

Distilasi atau penyulingan sendiri merupakan teknik pemisahan yang didasari atas perbedaan titik didih atau cair dari masing masing zat penyusun dari campuran homogen. Proses distilasi sendiri terdapat dua tahap proses yaitu tahap penguapan dan dilanjutkan dengan tahap pengembangan kembali uap menjadi cair atau padatan. Atas dasar ini maka perangkat peralatan distilasi menggunakan alat pemanas dan alat pendingin.

Proses distilasi diawali dengan pemanasan air pada *boiler* sehingga menguap kemudian uap tersebut masuk kedalam keranjang penguapan yang didalamnya terdapat daun kayu putih yang telah di timbang sebelumnya dalam satuan kilogram sehingga menyebabkan zat minyak pada daun ikut menguap karena adanya tekanan panas dari uap hasil pemanasan air pada *boiler*, kemudian uap tersebut mengalir menuju kondensor untuk didinginkan. Proses pendinginan itu sendiri terjadi karena kita mengalirkan air kedalam dinding (bagian luar kondensor), sehingga uap yang dihasilkan akan kembali cair. Setelah uap tersebut menjadi cair kemudian masuk kedalam separator oil guna memisahkan zat minyak dan air yang ada. Proses ini berjalan terus menerus dan akhirnya dapat memisahkan seluruh senyawa yang ada pada cairan

tersebut. Ada beberapa cara penyulingan menggunakan metode distilasi diantaranya sebagai berikut :

1. Distilasi sederhana, prinsipnya memisahkan dua atau lebih zat cairan berdasarkan perbedaan titik didih yang jauh berbeda.
2. Distilasi fraksionasi (bertingkat), sama prinsipnya dengan distilasi sederhana, hanya distilasi bertingkat ini memiliki rangkaian alat kondensor yang lebih baik, sehingga mampu memisahkan dua zat yang memiliki perbedaan titik didih yang berdekatan.
3. Distilasi kering, prinsipnya yaitu memanaskan material padat untuk mendapatkan fasa uap dan cair. Biasanya digunakan untuk mengambil cairan bahan bakar dari kayu atau batu bata.
4. Distilasi vakum, prinsipnya dengan cara memisahkan dua zat yang titik didihnya sangat tinggi, metode yang digunakan adalah dengan menurunkan tekanan permukaan menjadi lebih rendah dari 1 atm, sehingga titik didihnya juga menjadi rendah, dalam prosesnya suhu yang digunakan untuk mendistilasi tidak perlu terlalu tinggi. (Jhon Alperdo dkk, 2013)

Distilasi sederhana menggunakan prinsip memisahkan dua atau lebih zat cairan berdasarkan perbedaan titik didih. Dalam proses sepenuhnya menggunakan penguapan hasil dari pembakaran kayu bakar untuk memanaskan tungku air yang kemudian uap hasil pemanasan mengalir ke dalam keranjang daun kayu putih, yang dimana alat tersebut kita kenal dengan nama ketel uap (*boiler*).

*Boiler* berperan untuk menghasilkan uap yang dapat dipakai untuk mendistilasi minyak kayu putih dari daun kayu putih. Dalam tahapan proses setelah dilakukan penguapan pada keranjang penguapan daun, maka minyak yang terkandung akan menguap dan kemudian dialirkan pada bak penampung yang disediakan melalui pipa-pipa yang melewati air pendingin guna untuk merubah struktur embun menjadi cair yang kita kenal dengan metode kondensasi menggunakan kondensor.

Dalam menghitung tingkat efisiensi pada boiler diperlukan beberapa kajian analisis mengenai cara kerja dan hasil dari kerja boiler selama pemakaian. Secara ringkas efisiensi adalah tingkat unjuk kerja boiler atau ketel uap yang didapatkan dari perbandingan antara energi yang dipindahkan ke atau diserap oleh fluida kerja didalam ketel dengan masukan energi kimia dari bahan bakar.

Kondensor adalah suatu alat yang terdiri dari jaringan pipa yang bertujuan untuk mengubah zat uap menjadi zat cair. Dengan cara jaringan pipa yang dilalui uap kemudian didinginkan menggunakan air atau sejenisnya kemudian uap berubah zat menjadi cair kemudian zat cair tersebut dialirkan pada *separator oil* guna memisahkan zat air dan minyak. Dalam pengolahan kayu putih biasanya dalam sebuah pabrik harus menentukan jumlah masak dan juga hasil dari minyak yang didapat yang dikenal dengan rendemen.

Rendemen adalah perbandingan jumlah (kuantitas) minyak yang dihasilkan dari ekstraksi daun kayu putih yang dimana rendemen menggunakan satuan persen (%). Maka dari itu semakin tinggi nilai rendemen yang dihasilkan menandakan nilai minyak kayu putih yang dihasilkan semakin banyak.

Dengan demikian penulis bermaksud mengambil topik mengenai penyulingan kayu putih dengan judul analisis kerja mesin distilasi dan efisiensi boiler pada pengolahan minyak kayu putih Perum Perhutani Majalengka.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1 Pengertian Ketel Uap (*Boiler*)

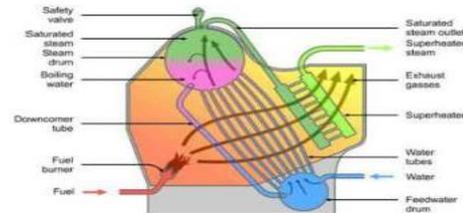
*Boiler* atau ketel uap menurut Djokosetyardj M.J (1990) merupakan alat yang digunakan untuk menghasilkan uap/*steam* untuk berbagai keperluan. Jenis air dan uap air sangat dipengaruhi oleh tingkat efisiensi *boiler* itu sendiri. Pada mesin *boiler*, jenis air yang digunakan harus dilakukan demineralisasi terlebih dahulu untuk mensterilkan air yang digunakan, sehingga pengaplikasian untuk dijadikan uap air dapat dimaksimalkan dengan baik.

### 2.2 Prinsip Ketel Uap (*Boiler*)

*Boiler* atau ketel uap adalah suatu perangkat mesin yang berfungsi untuk mengubah air menjadi uap. Proses perubahan air menjadi uap terjadi dengan memanaskan air yang berada didalam pipa-pipa dengan memanfaatkan panas dari hasil pembakaran bahan bakar. Pembakaran dilakukan secara kontinue didalam

ruang bakar dengan mengalir bahan bakar dan udara dari luar.

Uap yang dihasilkan *boiler* adalah uap *superheat* dengan tekanan dan temperatur yang tinggi. Jumlah produksi uap tergantung pada luas permukaan pemindah panas, laju aliran, dan panas pembakaran yang diberikan. *Boiler* yang konstruksinya terdiri dari pipa-pipa berisi air disebut dengan *water tube boiler*.



Gambar 1 *Water Tube Boiler*

## 2.3 Perhitungan Rumus Pada Ketel Uap

### 2.3.1 Efisiensi Ketel Uap

Efisiensi pada boiler adalah prestasi kerja atau tingkat unjuk kerja boiler atau ketel uap yang didapatkan dari perbandingan antara energi yang dipindahkan ke atau diserap oleh fluida kerja didalam ketel dengan masukan energi kimia dari bahan bakar.

Terdapat dua metode pengkajian efisiensi boiler :

1. Metode Langsung: energi yang didapat dari fluida kerja (air dan steam) dibandingkan dengan energi yang terkandung dalam bahan bakar boiler.
2. Metode Tidak Langsung: efisiensi merupakan perbedaan antara kehilangan dan energi yang masuk.

Secara matematik efisiensi ketel dirumuskan sebagai berikut:

$$\eta = \frac{Q(H_g - h_f)}{GCV} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana :

$Q$  = debit uap keluar tiap jam (kg/jam)

$H_g$  = entalpi uap

$H_f$  = entalpi air

$GCV$  = kalor spesifik bahan bakar (cal/kg)

$q$  = jumlah bahan bakar yang digunakan/jam

### 2.4 Pengertian Kondensasi

Kondensasi atau pengembunan adalah perubahan wujud benda ke wujud yang lebih padat, seperti gas (atau uap) menjadi cairan. Kondensasi terjadi ketika uap didinginkan menjadi cairan, tetapi dapat juga terjadi bila sebuah uap dikompresi (yaitu, tekanan ditingkatkan) menjadi cairan, atau mengalami kombinasi dari pendinginan dan kompresi. Cairan yang telah terkondensasi dari uap disebut kondensat. Sebuah alat yang digunakan untuk mengkondensasi uap menjadi cairan disebut kondenser. Kondenser umumnya adalah sebuah pendingin atau penukar panas yang digunakan untuk berbagai tujuan, memiliki rancangan yang

bervariasi, dan banyak ukurannya dari yang dapat digenggam sampai yang sangat besar.

Tabel 1 Jenis perubahan pada proses kondensasi

	Padat	Cair	Gas	Plasma
Padat	N/A	Mencair	Menyublim	-
Cair	Membeku	N/A	Menguap	-
Gas	Mengkristal	Mengembun	N/A	Ionisasi
Plasma	-	-	Rekombinasi / Deionisasi	N/A

### 3. METODOLOGI

#### 3.1 Alur Penelitian

Alur penelitian di gunakan untuk memudahkan pemahaman yang dilakukan dalam penelitian adapun kerangka penelitian sebagai berikut :

1. Start
2. Observasi
3. Identifikasi Masalah
4. *Study Literature*
5. Praktek Lapangan
6. Analisis Kerja Mesin Distilasi
7. Analisis Efisiensi Boiler
8. *Finish*

#### 3.2 Analisis Kerja Proses Distilasi

Dalam proses analisis kerja mesin distilasi ada beberapa tahapan alat yang harus di identifikasi diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Penimbangan Daun Kayu Putih
2. Pemanasan Boiler (efisiensi)
3. Pemasakan Daun Kayu putih
4. Proses Kondensasi
5. Proses Pemisahan Minyak dan Air

#### 3.3 Analisis Efisiensi Boiler

Efisiensi bertujuan untuk mengetahui tingkat unjuk kerja boiler atau ketel uap yang didapatkan dari perbandingan antara energi yang dipindahkan ke atau diserap oleh fluida kerja didalam ketel dengan masukan energi kimia dari bahan bakar.

Secara matematik efisiensi ketel dirumuskan sebagai berikut:

$$\eta = \frac{Q(H_g - h_f)}{q \times GCV} \quad (2)$$

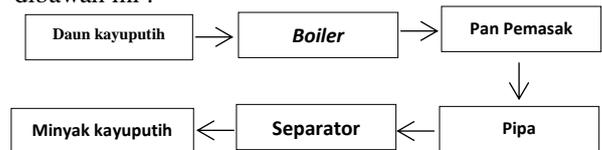
Dimana :

- Q = debit uap keluar tiap jam (kg/jam)
- $H_g$  = entalpi uap
- $H_f$  = entalpi air
- GCV = kalor spesifik bahan bakar (cal/kg)
- q = jumlah bahan bakar digunakan/jam

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Proses Penyulingan Daun Kayuputih

Daun kayuputih yang dimasak/di uap akan menghasilkan minyak kayuputih yang dimana alur proses produksi kayuputih bila dilihat dari gambar dibawah ini :



Gambar 2 Alur Proses Penyulingan Daun Kayuputih

### 4.2 Ketel Uap / Boiler

Pengoperasian ketel uap/*boiler* prinsipnya yaitu merupakan suatu peristiwa pembakaran bahan bakar di dalam dapur/tungku yang menghasilkan panas secara efektif, dimana panas di pindahan kedalam air yang berada di dalam ketel kemudian menghasilkan air panas dan uap.

Adapun dalam proses penyulingan daun kayuputih ketel uap/*boiler* berperan sangat penting guna menghasilkan uap panas yang kemudian ditransfer ke pan pemasak untuk menguapkan/memanaskan daun kayuputih agar daun kayuputih menguap dan menghasilkan uap minyak kayu putih.

Dalam cara kerjanya yaitu :

- *Boiler* disalurkan air dari dalam bak air umpan melalui pompa air yang sudah disiapkan guna menjaga agar *boiler* dalam keadaan terisi air.
- Dalam proses penguapannya *boiler* dipanaskan dengan menggunakan kayu bakar dan juga daun sisa limbah daun kayuputih yang sudah kering guna dimanfaatkan untuk bahan bakar pemanasan *boiler*.
- Dimana dalam pemanasannya memerlukan waktu selama 6 jam sampai dengan minyak kayuputih benar benar keluar melalui separator oil.

### 4.3 Pengolahan Data

Dari data yang diperoleh dilakukan langkah-langkah perhitungan sebagai berikut :

#### 4.3.1 Parameter Boiler

Adapun parameternya adalah sebagai berikut:

- Tekanan uap (P) = 2 bar
- Tebal plat tungku pembuangan(L) = 1 cm
- Diameter tungku ruang pembakaran ( $\emptyset$ ) = 1 m
- Diameter *boiler* = 1 m
- Tinggi *boiler* (p) = 1,5 m
- Suhu *temperature* air memasuki boiler (T) = 27<sup>0</sup> c
- Suhu *temperature* uap kerluar boiler (T) = 154<sup>0</sup> c

Bahan bakar yang digunakan = kayu bakar  
 Kebutuhan kayu bakar = 2 SM/masak  
 Lama pemanasan boiler = 1,5 jam  
 Lama pemasakan = 4 jam  
 Kapasitas boiler = 400 kg  
 Jumlah BB yang digunakan = 7,10 kg  
 Kalor bahan bakar = 579,656 cal

Melihat parameter boiler diatas maka kita dapat menentukan nilai entalpi sampai dengan efisiensi boiler adapun hasil perhitungan dari data diatas adalah :

### 4.3.2 Efisiensi Ketel

Efisiensi boiler adalah sebuah besaran yang menunjukkan hubungan antara supply energi masuk kedalam boiler dengan energy keluaran yang dihasilkan oleh boiler.

Pada tekanan Uap (P) = 2 bar dan

Temperatur (T) = 27°C

didapat dari tabel uap :

$$H_g = 2776,7 \text{ kJ/kg}$$

$$H_f = 113,25 \text{ kJ/kg}$$

Efisiensi Ketel ( $\eta$ ) :

$$\eta = \frac{Q (H_g - H_f)}{q \times GCV} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{40 (2776,7 - 113,25)}{7,10 \times 579,656} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{106,538}{7,10 \times 579,656} \times 100\%$$

$$\eta = 25,9\%$$

Dimana :

Q = debit uap keluar tiap jam (kg/jam)

$H_g$  = entalpi uap keluar boiler

$H_f$  = entalpi air masuk boiler

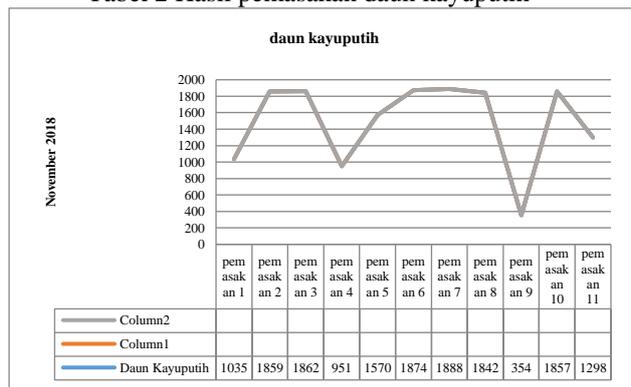
GCV = kalor spesifik bahan bakar (cal/kg)

q = jumlah bahan bakar/jam

### 4.3.3 Hasil Analisis Penyulingan

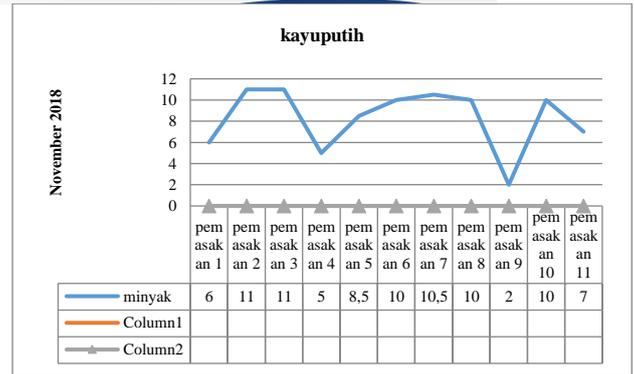
#### 1. Daun Kayuputih

Tabel 2 Hasil pemasakan daun kayuputih



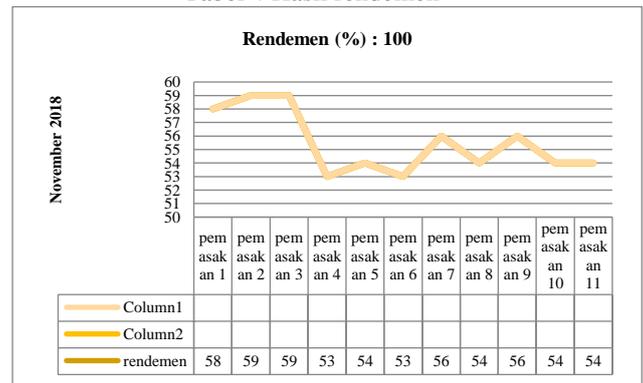
#### 2. Minyak Kayu putih

Tabel 3 minyak kayu putih yang dihasilkan



### 3. Rendemen

Tabel 4 Hasil rendemen



### 4. KESIMPULAN

Dari hasil Analisis proses kerja mesin distilasi pada pengolahan kayuputih perum perhutani kkph majalengka maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penyulingan kayuputih menggunakan proses distilasi yang memanfaatkan energy uap hasil penguapan dari dalam boiler. Yang dimana kapasitas tanki boiler sebesar 400 kg dengan pembakaran kalor bahan bakar sebesar 579,656 cal dengan tekanan uap yang dihasilkan oleh boiler sebesar 2 bar.
2. Efisiensi boiler yang didapat dari hasil perhitungan boiler sebesar 25,9%. Bisa dikatakan boiler masih dalam keadaan standard an masih layak digunakan namun catatan dimana boiler tersebut perlu adanya pengamatan lebih lanjut dan juga perbaikan terhadap boiler guna mendapatkan efisiensi yang lebih besar sehingga unjuk kerja boiler dapat bekerja lebih baik.
3. Daun kayuputih sebanyak 16.390 kg dapat menghasilkan minyak sebanyak 91 kg dengan nilai rendemen sebesar 0,55% dengan artian dalam 16.390 kg daun kayuputih hanya menghasilkan minyak sebesar 0,55% yaitu 91 kg minyak kayuputih.

### DAFTAR PUSTAKA

- Rimbawa, anto 2017 *buku minyak kayuputih*,  
kaliwangi : Yogyakarta
- Kartikawati, Khomsah, Noor 2014 *Budidaya Dan  
Prospek Pengembangan Kayuputih*,  
Kampus IPB Taman Kencana : Bogor
- Alfredo, jhon 2013 *ekstraksi minyak atsiri daun  
kayuputih* teknik kimia fakultas teknik riau  
pekanbaru : Riau
- Widiyanto,ary dan siarudin, mohammad 2014  
*jurnal sifat fisokimia minyak kayuputih*
- Yendri, Efri 2014 *buku pengantar boiler pln*  
corporate university
- Prian, Taruh 2013 *jurnal separator dan cara  
kerjanya*.
- Harahap F, 1994 *Termodinamika Teknik*, penerbit  
Erlangga: Jakarta,
- J.P. Holman, 1997 *Perpindahan Kalor* Airlangga :  
Jakarta