

## **RANCANG BANGUN *BOILER* DAN TANGKI PENGUAPAN MINYAK ATSIRI PADA MESIN *DESTILATOR* DENGAN METODE UAP BERBAHAN BAKU DAUN SERAI (*CYMBOPOGON NARDUS*)**

**Muhammad Luthfi**

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin  
Universitas Muria Kudus

Email : [muhammadluthfi.pro@gmail.com](mailto:muhammadluthfi.pro@gmail.com)

**Rochmad Winarso**

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin  
Universitas Muria Kudus

Email : [Rochmad.Winarso@umk.ac.id](mailto:Rochmad.Winarso@umk.ac.id)

**Rianto Wibowo**

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin  
Universitas Muria Kudus

Email : [rianto.wibowo@umk.ac.id](mailto:rianto.wibowo@umk.ac.id)

### **ABSTRAK**

Serai Wangi (*Cymbopogon nardus*) adalah salah satu tanaman rempah, biasa digunakan sebagai bumbu masakan, dan obat-obatan. Minyak atsiri dari serai dapat dihasilkan dengan berbagai metode misalnya ekstraksi. Keuntungan dari metode ini adalah tidak membutuhkan suhu yang tinggi, sehingga minyak tidak akan mudah rusak. Oleh karena itu dibuatlah *boiler* dan tangki bahan yang efektif dan memiliki inovasi yang dapat menghasilkan minyak atsiri yang dengan hasil rendemen yang bagus. Metode dalam perancangan dan pembuatan mesin *destilator* diawali dengan proses observasi di lapangan, buku, jurnal-jurnal yang berhubungan pembuatan *boiler* sebagai alat untuk memanaskan air dan tangki bahan sebagai wadah bahan daun serai. Konsep yang dilakukan perhitungan perancangan dan gambar desain menggunakan *software inventor* dan pembuatan, dan pengujian dalam penggunaan alat *boiler* dan tangki bahan. Hasil dari rancang bangun *boiler* dan tangki penguapan adalah proses penguapan dari *boiler* menuju tangki bahan berjalan dengan baik dan prosesnya yang efisien dapat menghasilkan minyak atsiri dengan kualitas dan kuantitas yang banyak.

**Kata kunci:** Serai, minyak atsiri, *boiler*, tangki penguapan.

### **ABSTRACT**

*Fragrant lemongrass (Cymbopogon nardus) is one of the herbs, commonly used as a cooking spice, and medicines. The essential oil of lemongrass can be produced by various methods such as extraction. The advantage of this method is not to require high temperatures, so the oil will not be easily damaged. Therefore, an effective and innovative boiler and tank of ingredients that can produce essential oils with good yields are produced. The method of design and manufacture of destilator machine begins with field observation process, books, journals related boiler making as a tool for heating water and tank material as a container of lemongrass leaf material. The concept of design calculation and drawing design using inventor and manufacture software, and testing in the use of boiler and tank materials. The expected results for the design of boiler and material tank is the evaporation process from the boiler to the material tank will run well and efficient process can produce volatile oil with the quality and quantity that much.*

**Keywords:** Lemongrass, essential oil, boiler, material tank.

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan zaman dan di era digital sekarang ini, banyak orang-orang di dunia ini yang menginginkan hasil secara instan. Di dalam dunia permesinan dan teknologi, evolusi tersebut selalu berubah-ubah seiring perkembangan zaman.

Mesin *destilator* dengan menggunakan metode uap merupakan cara yang lebih cepat untuk menghasilkan minyak atsiri yang optimal. Sebagai bahan baku utama, serai merupakan jenis tumbuhan rumput-rumputan yang dimanfaatkan sebagai bumbu dapur untuk mengharumkan makanan.

Minyak serai wangi yang berasal dari *Cymbopogon nardus* sering digunakan sebagai pewangi, disamping itu minyak ini memiliki beberapa khasiat diantaranya sebagai anti bakteri, anti jamur dan mencegah atheromatosis. Salah satu produksi minyak serai wangi yaitu dapat dilakukan dengan metode destilasi. Berdasarkan hasil penelitian, menunjukkan rendemen minyak serai wangi tertinggi dihasilkan pada metode destilasi uap sebesar 1,4%. Sedangkan hasil GC-MS menunjukkan komponen minyak atsiri paling banyak diperoleh pada minyak serai wangi hasil destilasi uap dan air-uap yaitu sebanyak 41 komponen. [4] susunan kimia minyak serai wangi di tunjukkan pada tabel 1.

**Tabel 1. Susunan kimia minyak serai wangi [1]**

Senyawa Penyusun	Kadar (%)
Sitronellal	32-45
Geraniol	12-18
Sitronellol	12-15
Geraniol Asetat	3-8
Sitronellil Asetat	2-4
L-Limonene	2-5
Elenol dan Seskwiterpene lain	2-5
Elemen dan Cadinene	2-5

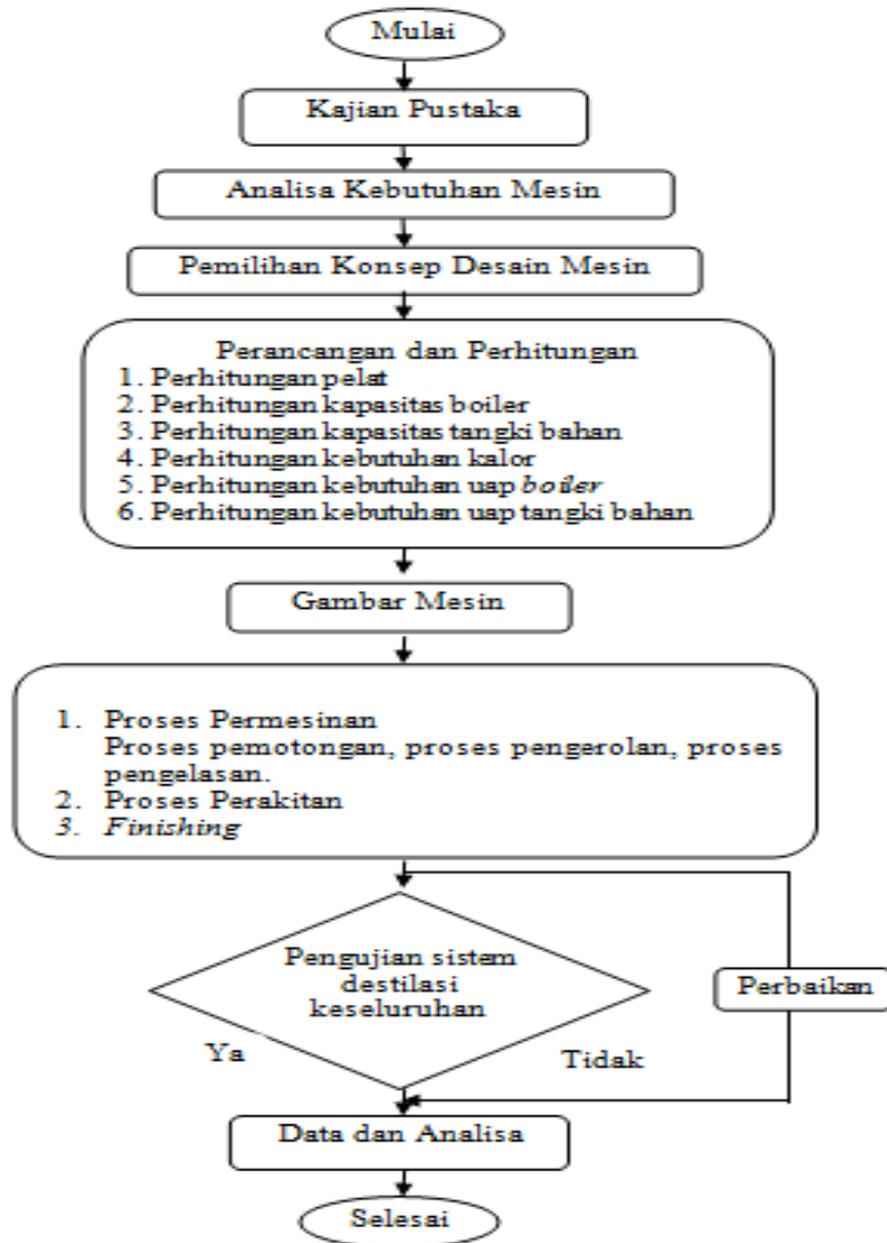
Kebanyakan tanaman serai wangi digunakan sebagai bumbu masakan, pembangkit cita rasa pada minuman dan obat-obatan herbal. Selain itu serai wangi juga digunakan sebagai bahan campuran dalam saus, sambal goreng, sambal petis dan saus ikan. Sedangkan pada industri pangan, minyak serai wangi digunakan pada daging, permen, dan lain-lainnya. Berkembangnya zaman, tanaman serai wangi banyak digunakan sebagai bahan utama pewangi pada detergen, sabun, dan lotion. [5]

Minyak atsiri mulai banyak dimanfaatkan oleh manusia, mulai dari pemanfaatan bau dari minyak atsiri sampai penggunaan minyak atsiri sebagai bahan obat – obatan dan juga sebagai bahan aditif makanan. Minyak atsiri memiliki karakteristik pada fisiknya berupa cairan yang kental yang dapat disimpan pada suhu ruang yaitu sekitar 20 – 25 derajat celcius. Bahan baku pada minyak atsiri berbagai macam tumbuhan seperti buah, bunga, daun, biji, kulit biji, batang, akar, atau rimpang. Ciri – ciri minyak atsiri yaitu beraroma khas pada baunya dan memiliki sifat mudah menguap. [1]

Dengan adanya penelitian tentang destilator minyak atsiri ini, diharapkan kedepannya adanya produksi misal menggunakan kreasi dan inovasi yang lebih modern.

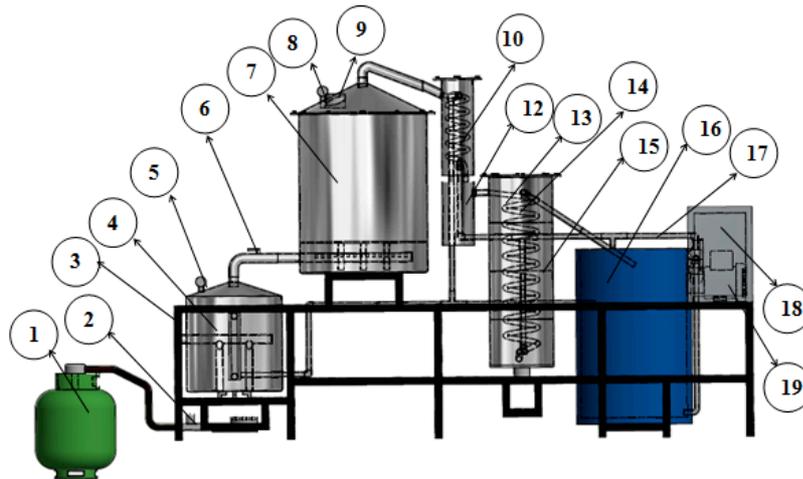
## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian ini di mulai dari observasi lapangan dan studi literatur, menganalisa kebutuhan serta membuat konsep, selanjutnya melakukan perancangan dan perhitungan. Metode yang digunakan di perlihatkan pada gambar 1 diagram alir dibawah:



Gambar 1. Diagram alir

Dari beberapa aspek pemilihan konsep yang mengacu pada penelitian sebelumnya dapat disimpulkan bahwa pemilihan konsep desain yang paling efisien adalah konsep dengan gambar 2 sebagai berikut:



**Gambar 2. Destilator**

Keterangan :

- |                     |                                |
|---------------------|--------------------------------|
| 1. Tabung gas       | 11. Pipa tembaga               |
| 2. Pengontrol api   | 12. Tabung penampung embun air |
| 3. Rangka mesin     | 13. Kondensor 2                |
| 4. Tangki boiler    | 14. Pipa tembaga               |
| 5. Pressure gauge   | 15. Pelat sirip kondensor 2    |
| 6. Stop kran        | 16. Bak air pendingin          |
| 7. Tangki penguapan | 17. Saluran air pendingin      |
| 8. Pressure gauge   | 18. Box kontrol mesin          |
| 9. Manometer gauge  | 19. Pompa air                  |
| 10. Kondensor 1     |                                |

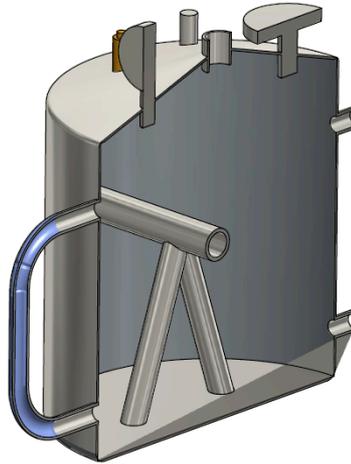
Prinsip kerja dari perancangan distilator tipe uap adalah sebagai berikut :

1. Air dari tangki penampung air pendingin akan di pompa menuju tangki boiler.
2. Tangki boiler akan terus di panaskan hingga air akan menguap menuju ke tangki penguapan oleh pipa penyalur uap.
3. Uap air yang berada di dalam tangki penguapan akan menguapkan bahan baku hingga senyawa minyak atsiri ikut menguap bersamaan dengan uap air menuju ke kondensor 1.
4. Di dalam kondensor 1 uap hasil penyulingan akan di dinginkan melalui pipa tembaga spiral yang luarnya di aliri air secara terus menerus dengan temperatur pengembunan air untuk mengurangi kadar air dari hasil penyulingan yang di tampung pada wadah penampung menuju ke kondensor 2.
5. Di dalam kondensor 2 uap hasil penyulingan akan di dinginkan untuk mendapatkan hasil minyak atsiri melalui pipa tembaga spiral yang di luarnya dialiri air secara terus menerus sehingga senyawa dari fase uap akan menjadi fase cair menuju wadah penampung hasil minyak.
6. Didalam wadah penampung menghasilkan minyak atsiri serai wangi dari proses mesin destilasi.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Boiler

*Boiler* sebagai tempat untuk memanaskan air, dimana *boiler* ini memiliki efisiensi dibanding tangki pemanas biasa karena di dalam *boiler* terdapat pipa api yang berfungsi sebagai penyalur energi panas agar lebih cepat mengubah air menjadi uap. Berikut gambar 3 *boiler*:



Gambar 3. Boiler

Perhitungan dalam perancangan *boiler* adalah perhitungan untuk mencari tebal tangki *boiler*, tebal pipa api, *tubesheet*, *ligament*, kebutuhan kalor, kebutuhan bahan bakar, kapasitas uap didasarkan pada beberapa rumus sebagai berikut: Perhitungan ketebalan pelat tangki boiler berdasarkan rumus 1 :

$$t = \frac{PR}{SE-0.6P} \quad (1)$$

Tebal pada tangki *boiler* sangat penting bagi perancangan karena dengan tekanan perancangan 3 bar berapa ketebalan minimal yang dapat digunakan sebagai acuan pembuatan *boiler*. Perhitungan ketebalan pelat pipa api berdasarkan rumus 2 :

$$t = \frac{PR}{SE-0.6P} + 0.04 \quad (2)$$

Ketebalan pipa api dibutuhkan untuk mencari tebal yang tahan akan tekanan terhadap api dan tekanan dari dalam sebesar 3 bar. Perhitungan kapasitas keseluruhan berdasarkan rumus 3 :

$$v = \pi r^2 t \quad (3)$$

Kapasitas keseluruhan dari tangki *boiler* dengan tinggi dan diameter yang sudah ditentukan 300 mm x 300 mm. Perhitungan *tubesheet* berdasarkan rumus 4 dan 5 :

$$t = \sqrt{\left(\frac{P}{CS}\right) \left(\frac{p^2 - \pi D^2}{4}\right)} \quad (4)$$

*Tubesheet* merupakan landasan untuk menopang pipa api, maka dicari ketebalan yang sanggup menahan tekanan 3 bar.

$$p = \frac{CS t^2}{p^2 - \left(\frac{\pi D^2}{4}\right)} \quad (5)$$

Dengan ketebalan minimal yang sudah ditentukan, maka dengan mencari (p), maka didapatkan tekanan yang didapat pada *tubesheet*. Perhitungan ligament berdasarkan rumus 6 :

$$E = \frac{p-d}{p} \quad (6)$$

*Ligament* merupakan jarak antar lubang pipa api pada *tubesheet*. Dicari efisiensi ligament untuk menghasilkan kualitas yang baik dalam proses pengapian. Volume badan boiler berdasarkan rumus 7 :

$$V_{Badan\ boiler} = Lb \times t_{ba} \quad (7)$$

Volume badan *boiler* adalah bagian utama dimana tempat air berada. Dengan luas alas dikalikan dengan tinggi air pengisian terhadap badan *boiler* maka menghasilkan volume tersebut. Perhitungan volume pipa api berdasarkan rumus 8 dan 9 :

$$V_{Pipa\ api} = Lt \times t_{ta} \quad (8)$$

Dengan menggunakan luas alas pipa api dikalikan tinggi pipa api menghasilkan volume pipa api.

$$V_{Pipa\ api\ (total)} = Vt \times \text{jumlah\ pipa\ api} \quad (9)$$

Total volume pipa api dengan jumlah pipa api sebanyak 4 akan menghasilkan volume total. Perhitungan volume air berdasarkan rumus 10 :

$$V_{air} = V_{Badan\ boiler} - V_{pipa\ api\ (total)} \quad (10)$$

Untuk mendapatkan volume air, maka menggunakan volume badan *boiler* dikurangi dengan volume pipa api total. Perhitungan jumlah kalor masuk pada *boiler* berdasarkan rumus 11 :

$$Q_1 = S \times \Delta i \quad (11)$$

Untuk mendapatkan jumlah kalor yang masuk pada *boiler* maka S (kapasitas air) *boiler* dikalikan dengan  $\Delta i$ . Perhitungan kebutuhan bahan bakar berdasarkan rumus 12 :

$$B = \frac{Q_1}{LHV \times \eta_{boiler}} \quad (12)$$

Kebutuhan bahan bakar yang dibutuhkan per jam nya, LHV merupakan nilai kalor bawah sedangkan ( $\eta$ ) adalah efisiensi *boiler*. Perhitungan jumlah kalor untuk mengubah air menjadi uap berdasarkan rumus 13 :

$$Q_2 = M \times cp \times \Delta t \quad (13)$$

Jumlah kalor yang dibutuhkan untuk mengubah air dari temperature 27°C menjadi 100°C. Perhitungan kebutuhan uap berdasarkan rumus 14 dan 15 :

$$M_{air} = M_{uap} \quad (14)$$

Massa air yang ada pada tangki *boiler* akan menghasilkan massa uap yang sama dengan asumsi massa air habis sehingga uap yang dihasilkan sebanding.

$$K = \frac{\eta \times G_{bb} \times N.O}{\Delta Enthalpi} \quad (15)$$

Kapasitas uap adalah massa uap yang dihasilkan perjamnya dari massa air keseluruhan yang ada pada *boiler*.

Perhitungan dalam perancangan *boiler* didasarkan pada beberapa rumus sebagaimana pada rumus 1-15 dengan hasil pada tabel 2 sebagai berikut:

**Tabel 2. Hasil perhitungan boiler**

Perhitungan	Hasil
Ketebalan minimal pelat tangki <i>boiler</i>	0,48 mm
Ketebalan minimal pipa api	0,07 mm
Kapasitas keseluruhan tangki <i>boiler</i>	21195000 mm <sup>3</sup>
Ketebalan minimal tubesheet	0,27 mm
Tekanan tubesheet	35,2 lb/in <sup>2</sup>
Efisiensi ligament	75%
Volume badan <i>boiler</i>	10597500 mm <sup>3</sup>
Volume pipa api	34029 mm <sup>3</sup>
Volume pipa api total	136116 mm <sup>3</sup>
Kalor masuk pada <i>boiler</i>	23597,13 kJ/jam
Kebutuhan bahan bakar	0,5 kg/jam
Kalor mengubah air menjadi uap	3066000 Joule
Kapasitas uap	4,5 kg/jam

### 3.2. Tangki Penguapan

Tangki penguapan merupakan tempat bahan yang akan disuling, di mana bahan dapat berhubungan langsung dengan air atau dengan uap. Tangki penguapan umumnya berbentuk silinder dan terbuat dari seng tebal (*galvanized sheet metal*), dilengkapi dengan penutup yang dapat ditutup rapat. Prinsip kerja penyulingan dengan uap langsung adalah bahan baku diletakkan di atas saringan di dalam ketel dan dialirkan uap dari tempat yang berbeda (dari *boiler*). [2]

Konstruksi tangki penguapan dengan metode uap langsung memiliki kapasitas yang lebih besar dibandingkan dengan tangki penguapan pada metode kukus. Perbandingan diameter tangki penguapan pada metode uap langsung dengan tingginya sebaiknya 1 : 1,5. [3]

Tangki penguapan yang dirancang mempunyai flange sebagai tempat untuk pemasangan ulir dan mur. Desain tangki penguapan terdapat pada gambar 4 berikut :



**Gambar 4. Tangki penguapan**

Perhitungan dalam perancangan *tangki penguapan* adalah perhitungan untuk mencari tebal tangki dan kapasitas tangki didasarkan pada beberapa rumus sebagai berikut: Perhitungan ketebalan pelat tangki penguapan berdasarkan rumus 16 :

$$t = \frac{PR}{SE-0.6P} \quad (16)$$

Tebal pada tangki tangki penguapan sangat penting bagi perancangan karena dengan tekanan perancangan 3 bar berapa ketebalan minimal yang dapat digunakan sebagai acuan pembuatan tangki penguapan. Perhitungan kapasitas keseluruhan tangki penguapan berdasarkan rumus 17 :

$$v = \pi r^2 t \quad (17)$$

Kapasitas keseluruhan dari tangki penguapan dengan tinggi dan diameter yang sudah ditentukan 400 mm x 500 mm.

Perhitungan dalam perancangan tangki penguapan didasarkan pada beberapa rumus sebagaimana pada rumus 16 - 17 dengan hasil pada tabel 3 sebagai berikut:

**Tabel 3. Hasil perhitungan tangki penguapan**

Perhitungan	Hasil
Tebal pelat tangki penguapan	0,508 mm
Kapasitas keseluruhan tangki penguapan	62800000 mm <sup>3</sup>

Berdasarkan proses perhitungan dalam perancangan telah dihasilkan penelitian perancangan *boiler* dan tangki penguapan dengan spesifikasi lengkap sebagai berikut:

a. *Boiler*

1. Material : Pelat *stainless steel* 304 tebal 2 mm.
2. Diameter : 300 mm
3. Tinggi : 300 mm

- b. Tangki penguapan
1. Material : Pelat *stainless steel* 304 tebal 2 mm.
  2. Diameter : 400 mm
  3. Tinggi : 500 mm

### 3.3. Simulasi Tekanan *Boiler* dan Tangki penguapan

Bagian atau komponen mesin distilator yang terkena tekanan paling besar diantara bagian mesin distilator adalah tangki, diasumsikan tekanan dalam tangki 3 bar sesuai dengan *safety valve* maka dari itu dilakukan simulasi beban statis menggunakan *software FEA (Finite Element Analysis)* dengan material *stainless steel 304*. *Mechanical properties material* yang digunakan adalah sebagai tabel 4 berikut :

**Tabel 4. Mechanical properties**

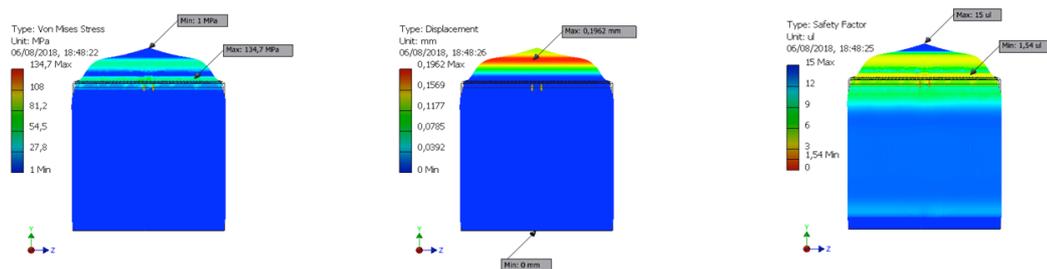
Properties	Value
<i>Yield Strength</i>	206,843 MPa
<i>Tensile Strength</i>	482,633 MPa
<i>Elastic Modulus</i>	193,053 GPa
<i>Poisson Ratio</i>	0,29 ul
<i>Mass Density</i>	7,99949 g/cm <sup>3</sup>
<i>Shear Modulus</i>	7,99949 g/cm <sup>3</sup>
<i>Thermal Expansion Coefficient</i>	8,09 BTU/(hr-ft-F)

Hasil keseluruhan simulasi menggunakan *software FEA* pada *boiler* ditunjukkan pada tabel 5 berikut :

**Tabel 5. Hasil simulasi boiler**

Name	Minimum	Maksimum
<i>Mass</i>	6,88422 kg	
<i>Volume</i>	860582 mm <sup>3</sup>	
<i>Von Mises Stress</i>	1,04954 MPa	134,687 MPa
<i>Displacement</i>	0,0000100368 mm	0,196172 mm
<i>Strain</i>	0,00000469225 ul	0,000619278 ul

Hasil simulasi menggunakan *software FEA* pada *boiler* dengan format gambar agar lebih terperinci pada gambar 5 dibawah :



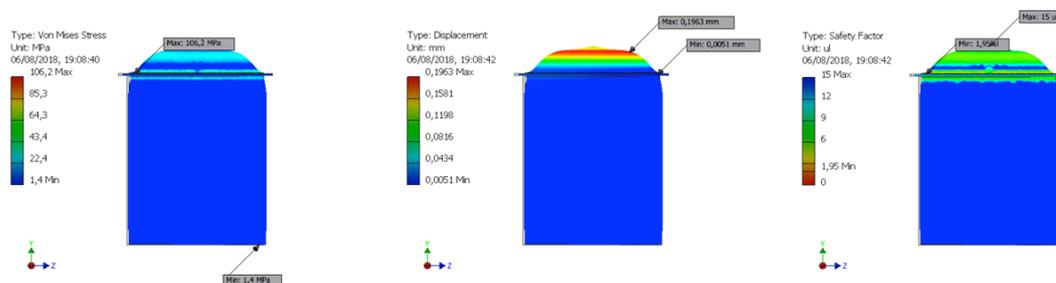
**Gambar 5. Hasil simulasi boiler**

Hasil keseluruhan simulasi menggunakan *software FEA* pada tangki penguapan ditunjukkan pada tabel 6 berikut :

**Tabel 6. Hasil simulasi tangki penguapan**

Name	Minimum	Maksimum
Mass	32,4214 kg	
Volume	0,00187987 m <sup>3</sup>	
Von Mises Stress	1,43509 MPa	1,43509 MPa
Displacement	0,00512027 mm	0,196329 mm
Strain	0,00000864525 ul	0,000486098 ul

Hasil simulasi menggunakan *software FEA* pada tangki penguapan dengan format gambar agar lebih terperinci pada gambar 6 dibawah :



**Gambar 6. Hasil simulasi tangki penguapan**

### 3.4. Hasil Pengujian

Pengujian mesin destilator yang sudah dirancang dan dibuat penulis adalah bagian *boiler* dan tangki penguapan. Sasaran pengujian yang dilakukan adalah kinerja dari *boiler* dan tangki penguapan dan fungsi dari keduanya yang harus berjalan dengan semestinya.

Jadi setelah dilakukan pengujian mesin destilator, menghasilkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Boiler tidak mengalami kebocoran dalam pengujian.
2. Tangki penguapan tidak mengalami kebocoran dalam pengujian.
3. Komponen-komponen pendukung yang telah dipasang, mulai dari pressure gauge, thermometer bimetal, safety valve, kran, dan water level dapat berfungsi dengan baik.
4. Pengujian dilakukan menggunakan 4kg bahan baku daun serai di dalam tangki penguapan.
5. Pengujian dilakukan selama 2 jam-3 jam.
6. Boiler dapat mencapai temperatur 100°C tidak mengalami kebocoran dengan kondisi air yang mendidih dengan massa kapasitas 10 liter dan menghasilkan uap serta pengujian dilakukan 3 kali berturut dengan komponen yang sama. Tabel 7 pengujian boiler sebagai berikut :

**Tabel 7. Hasil pengujian boiler**

No	Kapasitas Air (L)	Temperatur (°C)	Durasi Pengujian (menit)	Daya Tahan
1	10	80	180	Tidak bocor
2	10	90	180	Tidak bocor
3	10	100	180	Tidak bocor

7. Tangki penguapan dapat mencapai temperatur 100°C tidak mengalami kebocoran dan pada temperatur 80°C, 90°C, dan 100°C sudah bisa mengekstrak daun serai 4 kg menjadi uap dengan tekanan 1 bar yang selanjutnya diproses pada kondensor. Tabel 8 hasil pengujian tangki penguapan sebagai berikut :

**Tabel 8. Hasil pengujian tangki penguapan**

No	Bahan Baku (kg)	Temperatur Tangki Penguapan (°C)	Durasi Pengujian (menit)	Waktu (menit)	Daya Tahan
1	4	80	180	25	Tidak bocor
2	4	9	180	37	Tidak bocor
3	4	100	180	45	Tidak bocor

8. Hasil pengujian keseluruhan mesin destilator, masing-masing dengan temperatur pada tangki penguapan 80°C, 90°C, 100°C. Mendapatkan hasil kadar minyak atsiri dengan total sekitar 160 ml minyak atsiri murni. Dan minyak atsiri dengan kadar campuran dengan air yang berwarna kuning hijau sampai kuning yang berbau wangi, tabel 9 pengujian keseluruhan mesin destilator sebagai berikut :

**Tabel 9. Hasil pengujian mesin destilator**

No	Bahan Baku (kg)	Durasi Pengujian (menit)	Temperatur Tangki Penguapan (°C)	Temperatur Sensor (°C)	Hasil Minyak Atsiri (ml)
1	4	60	80	89.50	70
22	4	60	90	89.75	59
3	4	60	100	90.25	28

#### 4. KESIMPULAN

Dari perancangan dan perhitungan yang sudah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Desain boiler menggunakan pelat stainless steel 304 dengan diameter 300 mm , tinggi 300 mm, dan tebal 2 mm.
2. Desain tangki penguapan menggunakan pelat stainless steel 304 dengan diameter 400 mm , tinggi 500 mm, dan tebal 2 mm.
3. Perhitungan boiler dengan kapasitas keseluruhan 21 liter, dan massa air pada boiler sebanyak 10.46 liter , kebutuhan kalor yang pada boiler 23597.13 kJ/jam, kebutuhan kalor air menjadi uap 3066 kJ, kebutuhan bahan bakar 0.5 kg/jam, massa uap yang dialirkan sebesar 4.5 kg/jam.
4. Perhitungan tangki penguapan dengan kapasitas keseluruhan 62 liter, dan kebutuhan uap 4.5 kg / jam.
5. Simulasi software Autodesk Inventor 2015, bagian yang dianalisa adalah boiler dan tangki penguapan. Dengan tiap bagian menggunakan tekanan 3 bar (0.3 Mpa) maka hasilnya berikut:
  - a. Pada boiler menghasilkan displacement maksimum 0.19 mm dan von misses stress maksimum 134.6 Mpa.
  - b. Pada tangki menghasilkan displacement maksimum 0.19 mm dan von misses stress maksimum 106.2 Mpa.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] [1] A. Anwar, Nugraha, A. Nasution, and R. Amaranti, “Teknologi penyulingan minyak sereh wangi skala kecil dan menengah di jawa barat,” *Teknoin*, vol. 22, no. 9, pp. 664–672, 2016.
- [2] D. Nilam and W. S. Sari, *Penyulingan Minyak Atsiri Dari Nilam*. Jawa Timur, 2012.
- [3] P. P. Yuni Eko F, Patar Jonathan S., Mahfud, “Pengambilan Minyak Atsiri dari Daun dan Batang Serai Wangi (*Cymbopogon Winterianus*) Menggunakan Distilasi Uap dan Air dengan Pemanasan Microwave,” *J. Tek. POMITS*, 2013.
- [4] Tristhy Novilia Angesti, “Perbandingan rendemen dan komponen minyak atsiri sereh wangi (,” no. 06, p. 3953, 1995.
- [5] W. Bota, M. Martosupono, dan S. Ferdy Rondonuwu, K. Kunci, and M. Sereh Wangi, “POTENSI SENYAWA MINYAK SEREH WANGI (CITRONELLA OIL) DARI TUMBUHAN *Cymbopogon nardus* L. SEBAGAI AGEN ANTIBAKTERI,” *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Fak. Tek. Univ. Muhammadiyah Jakarta*, no. November, pp. 1–8, 2015.