

RANCANG BANGUN *SEPARATOR* HASIL AKHIR PENYULINGAN SERAI WANGI MENGUNAKAN SENSOR ULTRASONIC (HC-SR04)

*(The Design of A Final Product Separator For Lemongrass Distillation
Using Ultrasonic Sensors [HC-SR04])*

Azrifirwan¹, Miftahul Hamdi², Irriwad Putri¹

¹ Dosen Fakultas Teknologi Pertanian, Kampus Limau Manis-Padang 25163

² Mahasiswa Fakultas Teknologi Pertanian, Kampus Limau Manis-Padang 25163

Email: azrifirwan@ae.unand.ac.id

ABSTRAK

Minyak serai wangi, hasil penyulingan dari daun serai wangi, memiliki nilai ekonomis tinggi. Proses penyulingan dilakukan menggunakan alat suling yang terdiri dari beberapa komponen utama seperti boiler, destilator, kondensor, dan separator. Setiap komponen memiliki peran penting dalam menghasilkan minyak serai wangi yang baik, mempengaruhi jumlah dan kualitas minyak yang dihasilkan serta waktu produksi. Dalam setiap komponen, separator jarang mendapatkan inovasi, baik dari segi desain maupun teknologi. Penelitian dilakukan dengan membandingkan kinerja separator menggunakan sensor ultrasonic (HC-SR04) dengan separator yang sudah ada. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan inovasi pada separator minyak serai wangi sehingga pemisahan dapat berjalan secara otomatis. kemudian penelitian juga bertujuan untuk mengoptimalkan proses pemisahan sehingga waktu pemisahan jadi lebih cepat. Pengamatan dilakukan terhadap lamanya waktu penyulingan, kapasitas penyulingan, rendemen penyulingan, waktu pemisahan, kapasitas pemisahan, persentase minyak yang dapat dipisahkan, persentase minyak yang tidak dapat dipisahkan, besar energi listrik yang digunakan, perhitungan debit pompa, serta analisis secara ekonomi. Separator menggunakan sensor ultrasonic (HC-SR04) berhasil meningkatkan kecepatan pemisahan dibandingkan dengan separator manual dan dapat memisahkan minyak serai wangi secara otomatis rata-rata sebesar 68,5%.

Kata kunci: Minyak Serai Wangi; Penyulingan; Separator; Sensor Ultrasonic HC-SR04

ABSTRACT

Lemongrass oil, produced from lemongrass leaves, holds high economic value. The distillation process is carried out using a distillation apparatus consisting of several main components such as a boiler, distillator, condenser, and separator. Each component plays a crucial role in producing high-quality lemongrass oil, affecting the quantity and quality of the oil produced as well as production time. Among these components, the separator has rarely seen innovation, both in design and technology. Research was conducted by comparing the performance of a separator using an ultrasonic sensor (HC-SR04) with existing separators. This research aims to innovate the lemongrass oil separator so that the separation process can run automatically. Furthermore, the research aims to optimize the separation process to make it faster. Observations were made regarding the duration of distillation, distillation capacity, distillation yield, separation time, separation capacity, the percentage of separable oil, the percentage of unseparable oil, the amount of electrical energy used, pump discharge calculations, and economic analysis. The separator using the ultrasonic sensor (HC-SR04) successfully increased the separation speed compared to manual separators and could automatically separate lemongrass oil with an average rate of 68.5%

Key word: Lemongrass oil; distillation; Separator; Ultrasonic Sensor HC-SR04

PENDAHULUAN

Serai wangi merupakan komoditas yang mudah dibudidayakan dan memiliki ketahanan yang tinggi (LIPI, 2019). Selain itu, tanaman serai wangi juga memiliki nilai ekonomis yang tinggi seperti yang terlihat dari data nilai ekspor minyak serai wangi dari tahun 2008 hingga 2012. Direktorat Jenderal Perkebunan (2013); LIPI (2019) melaporkan Pada tahun 2008 nilai ekspor minyak serai wangi mencapai 26.266.000 USD, 18.608.000 USD pada tahun 2009, 28.461.000 USD pada tahun 2010, 37.382.000 USD pada tahun 2011 dan 24.669.000 USD pada tahun 2012. Selain itu nilai dari minyak serai wangi

dapat dilihat dari pemanfaatan minyak serai wangi sebagai bahan baku dari berbagai industri seperti parfum dan farmasi.

Menurut LIPI (2019), minyak serai wangi dapat dihasilkan dari daun serai wangi melalui proses penyulingan. Guanter (1990) ; LIPI (2019) menyebutkan bahwa terdapat tiga metode penyulingan yang dapat digunakan yaitu penyulingan dengan air, penyulingan dengan air dan uap, serta penyulingan dengan uap langsung. Proses penyulingan memerlukan peralatan seperti boiler, destilator, kondensor, dan separator. Setiap komponen memiliki peran yang penting dalam menghasilkan minyak serai wangi yang baik dan mempengaruhi jumlah dan kualitas minyak yang dihasilkan serta waktu produksi.

Dari setiap komponen alat penyulingan minyak serai wangi. Separator seringkali diabaikan karena dianggap memiliki fungsi yang sederhana, yaitu memisahkan minyak dan air hasil penyulingan. Hal ini terbukti dengan kurangnya inovasi yang terjadi pada separator itu sendiri, bahkan di beberapa alat suling tidak memiliki alat separator. Namun, meskipun sederhana, separator memiliki peran yang sangat penting dalam menentukan jumlah dan kualitas minyak yang dihasilkan dari proses penyulingan serta menentukan waktu produksi minyak serai. Dari pengamatan yang dilakukan, terdapat beberapa kekurangan pada separator yang tersedia di lapangan. Kekurangan tersebut meliputi: 1) Ukuran wadah yang tidak sesuai dengan jumlah minyak yang dihasilkan, sehingga mempersulit proses pemisahan. 2) Wadah yang digunakan tidak transparan sehingga sulit untuk melihat hasil minyak yang dihasilkan untuk dilakukan pemisahan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut dilakukanlah penelitian ini, yang mana tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut: 1) Membuat alat pemisah minyak atsiri serai wangi secara otomatis dengan memanfaatkan sensor ultrasonik HC-SR 04. 2) Melakukan inovasi pada desain alat pemisah minyak serai wangi sehingga dapat mempermudah proses pemisahan minyak serai wangi. 3) Optimasi proses pemisahan sehingga waktu pemisahan jadi lebih cepat.

METODOLOGI PENELITIAN

A. Bahan dan Peralatan

Beberapa peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah meteran, penggaris siku, gergaji besi, gerinda, las listrik, dan kunci pas. Sedangkan beberapa bahan yang dibutuhkan antara lain kaca akrilik, pipa bening, sambungan L, besi hollow, sensor ultrasonic HC-SR04, *microcontroller* Arduino nano, LCD 16 x 2, pompa air DC 12 V, relay 5 volt, kabel *jumper*, selang bening, adaptor 12 volt, mur dan baut, dan lem. Kemudian aplikasi yang digunakan untuk melakukan pemrograman adalah Arduino IDE.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan beberapa tahap yaitu identifikasi masalah, inventarisasi ide, penyempurnaan ide, perancangan fungsioanl dan struktural serta pengujian alat. Penelitian ini dilakukan melalui percobaan yang dirancang secara khusus untuk mengumpulkan data yang diperlukan dalam menjawab pertanyaan penelitian. Peneliti melakukan percobaan langsung pada separator yang dibuat di tempat penyulingan serai wangi dan membandingkan kinerja separator yang dirancang dengan peralatan pemisah atau separator yang sudah ada setelah melakukan pengamatan. Pengujian dan pengamatan dilakukan meliputi kapasitas penyulingnan, rendemen penyulingan, waktu pemisahan, persentase minyak serai yang dapat dipisahkan, persentase minyak serai tertinggal, energi listrik, perhitungan debit pompa, dan analisa ekonomi. Analisa data dilakukan dengan menggunakan Ms. Excel pada Microsoft Office 2019.

C. Prinsip Kerja Alat

Prinsip kerja alat ini memiliki dua tahapan pemisahan. Tahapan pertama yaitu dengan memanfaatkan pompa serta sensor *ultrasonic* HC-SR04. Sensor *ultrasonic* HC-SR04 berfungsi untuk membaca ketinggian dari minyak serai wangi yang ada di dalam wadah *separator*, dan kemudian mengirimkan informasi bacaan ke *microcontroller* Arduino untuk kemudian menyalakan pompa untuk memisahkan antara minyak serai wangi dan air dari hasil penyulingan. Kemudian pada tahapan kedua pemisahan dilakukan dengan pemisahan manual dengan memanfaatkan keran dan bahan wadah yang transparan untuk proses pemisahannya.

D. Pengamatan

1. Kapasitas Penyulingan

Kapasitas penyulingan merupakan jumlah minyak yang berhasil disuling oleh alat suling per lama waktu penyulingan. Kapasitas penyulingan serai wangi dapat dihitung dengan cara membagi jumlah minyak serai wangi yang berhasil disuling dengan lama waktu penyulingan. Kapasitas penyulingan dapat dihitung dengan persamaan (1).

$$C = \frac{n}{t} \dots\dots\dots 1$$

Keterangan:

C = Kapasitas

n = jumlah minyak serai wangi (Kg)

t = waktu penyulingan (jam)

2. Rendemen Penyulingan

Redemen adalah suatu perbandingan antara nilai output dan nilai input yang dinyatakan dengan satuan persen. Sedang rendemen penyulingan merupakan perbandingan antara jumlah minyak yang dihasilkan (output) dan jumlah daun serai yang masuk (input) dikali seratus persen. Rendemen penyulingan dapat dihitung menggunakan persamaan (2):

$$R = \frac{N_{out}}{N_{in}} \times 100\% \dots\dots\dots 2$$

Keterangan:

R = Rendemen (%)

Nout = jumlah minyak yang dihasilkan (kg)

Nin = jumlah daun serai yang masuk (kg)

3. Waktu Pemisahan

Waktu Pemisahan dihitung menggunakan *stopwatch*. Waktu Pemisahan dihitung dari awal masuknya minyak hasil penyulingan hingga akhir proses pemisahan yang berlangsung pada masing-masing pengulangan. Waktu pemisahan ini nantinya juga berguna dalam menentukan kapasitas kerja efektif alat.

4. Kapasitas Pemisahan

Kapasitas hasil penyulingan serai wangi dapat dihitung dengan cara membagi jumlah minyak serai wangi yang berhasil dipisahkan dengan lama waktu pemisahan. Kapasitas kerja efektif dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (3) berikut:

$$C = \frac{n}{t} \dots\dots\dots 3$$

Keterangan:

C = Kapasitas (Kg/jam)

n = jumlah minyak serai wangi (Kg)

t = waktu pemisahan (jam)

5. Persentase Minyak Serai Yang Dapat Dipisahkan

Persentase minyak serai yang dapat dipisahkan oleh alat *separator* hasil penyulingan serai wangi dapat dihitung dengan cara membagi volume minyak yang dapat dipisahkan terhadap volume total minyak serai. Persentase minyak serai yang dapat dipisahkan dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (4) berikut:

$$\% ' = \frac{V_1}{V_{total}} \times 100 \dots\dots\dots 4$$

Keterangan:

% ' = Persentase minyak serai wangi pada tahap 1

V1 = Volume pemisahan tahap pertama (Liter)

Vtotal = Volume total (Liter)

6. Persentase Minyak Serai Tertinggal

Persentase minyak serai tertinggal adalah jumlah minyak serai wangi yang tidak dapat dipisahkan secara otomatis oleh pompa. Persentase minyak serai tertinggal dapat dihitung dengan cara membagi volume minyak yang tertinggal terhadap volume total minyak serai. Persentase minyak serai yang tertinggal dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (5) berikut:

$$\% '' = \frac{V_2}{V_{total}} \times 100 \dots\dots\dots 5$$

Keterangan:

%'' = Persentase minyak serai wangi pada tahap kedua

V2 = Volume pemisahan tahap kedua (Liter)

Vtotal = Volume total (Liter)

7. Energi Listrik

Energi yang digunakan alat listrik merupakan laju penggunaan energi (daya) dikalikan dengan waktu selama alat tersebut digunakan (Wahid et al., 2014). Bila daya diukur dalam watt jam, maka:

$$W = P \times t \dots\dots\dots 6$$

dengan

$$P = V \times I \dots\dots\dots 7$$

maka

$$W = V \times I \times t \dots\dots\dots 8$$

Dengan:

P = daya dalam watt

V = Tegangan Listrik (Volt)

I = Kuat arus (*Ampere*)

t = waktu penggunaan (jam)

W = Energi dalam watt jam Watt jam (*watthour* = Wh) merupakan energi yang dikeluarkan jika 1 watt digunakan selama 1 jam.

8. Perhitungan Debit Pompa

Debit penyemprotan air pompa dapat dihitung dengan Persamaan (9) berikut:

$$Q = \frac{V}{t} \dots\dots\dots 9$$

Keterangan:

Q = Debit penyemprotan air (liter/detik)

V = volume penyemprotan air (liter)

t = waktu penyemprotan air (liter)

Kemudian pada perhitungan ini dapat diulang selama 5 kali kemudian hasil penjumlahan debit tersebut dibagi dengan banyak ulangan didapatkan nilai debit rata-rata.

9. Analisis Ekonomi

a. Biaya Tetap (*fixed cost*)

Biaya tetap merupakan biaya yang tidak tergantung kepada operasi alat, yang jumlah totalnya tetap dan tidak akan terpengaruh oleh perubahan volume kegiatan dan aktivitas tertentu.

b. Biaya Penyusutan

Perhitungan penyusutan (*D*) alat *separator* hasil akhir penyulingan serai wangi menggunakan sensor ultrasonic (HC-SR04) dapat dihitung menggunakan Persamaan (10) berikut

$$D = \frac{(p-s)}{N} \dots\dots\dots 10$$

Keterangan

p= nilai alat (Rp)

s= nilai alat setelah N tahun (Rp)

N= umur ekonomis alat (tahun)

c. Biaya Bunga Modal

Bunga modal (*I*) dihitung menggunakan Persamaan (11) berikut:

$$I = \frac{rx(p+s)}{2} \dots\dots\dots 11$$

Keterangan:

r= nilai suku bunga

p= harga alat (Rp)

s= nilai akhir alat

Maka biaya tetap (BT) dapat dihitung melalui Persamaan:

$$BT = D + I \dots\dots\dots 12$$

Keterangan

BT= Biaya tetap ($\frac{Rp}{tahun}$)

D= Penyusutan ($\frac{Rp}{tahun}$)

$I =$ Bunga Modal ($Rp/tahun$)

d. Biaya Tidak Tetap

Biaya tidak tetap merupakan biaya yang dihitung berdasarkan biaya operator, biaya bahan bakar dan biaya perawatan.

e. Biaya Operator

Biaya operator (Bo) dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (13) berikut:

$$Bo = \frac{Wop}{Wt} \dots\dots\dots 13$$

keterangan

$Wop =$ Upah tenaga kerja ($Rp/hari$)

$Wt =$ Jam kerja per hari ($jam/hari$)

f. Biaya Pemeliharaan

Biaya pemeliharaan (P) dihitung dengan Persamaan (14) berikut:

$$P = \frac{2\%(p-s)}{100 \text{ jam}} \dots\dots\dots 14$$

Keterangan:

$p =$ nilai alat (Rp)

$s =$ nilai akhir alat (Rp)

Untuk biaya tidak tetap (BTT) dihitung dengan persamaan (15) berikut:

$$BTT = P + Bo \dots\dots\dots 15$$

Keterangan:

$P =$ Biaya pemeliharaan (Rp/jam)

g. Biaya Pokok (BP)

Biaya pokok merupakan anggaran yang dihitung dari biaya tetap dan biaya tidak tetap. Biaya pokok (BP) didapatkan dari persamaan (16) berikut:

$$BP = \frac{\frac{BT}{n} + BTT}{Ke} \dots\dots\dots 16$$

Dengan:

$BP =$ Biaya pokok (Rp/jam)

$BT =$ Biaya tetap ($Rp/tahun$)

$BT =$ Biaya tidak tetap ($Rp/tahun$)

$Ke =$ Kapasitas Pemisahan (Kg/jam)

$n =$ total jam kerja ($jam/tahun$)

h. Titik Impas atau Break Even Point (BEP)

Titik impas atau break even point (BEP) dapat dihitung menggunakan Persamaan (17) berikut:

$$BEP = \frac{BT}{1,1 \times BP - \left[\frac{BTT}{KP} \right]} \dots\dots\dots 17$$

Keterangan:

BEP = Titik impas atau break even point (BEP) (kg/thn)

BT = Biaya tetap (Rp/thn)

BP = Biaya pokok (Rp/kg)

BTT = Biaya tidak tetap (Rp/jam)

Ke = Kapasitas kerja mesin (kg/jam)

1,1 = Koefisien keuntungan 10% dari biaya pokok jika mesin disewaka

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Rancangan

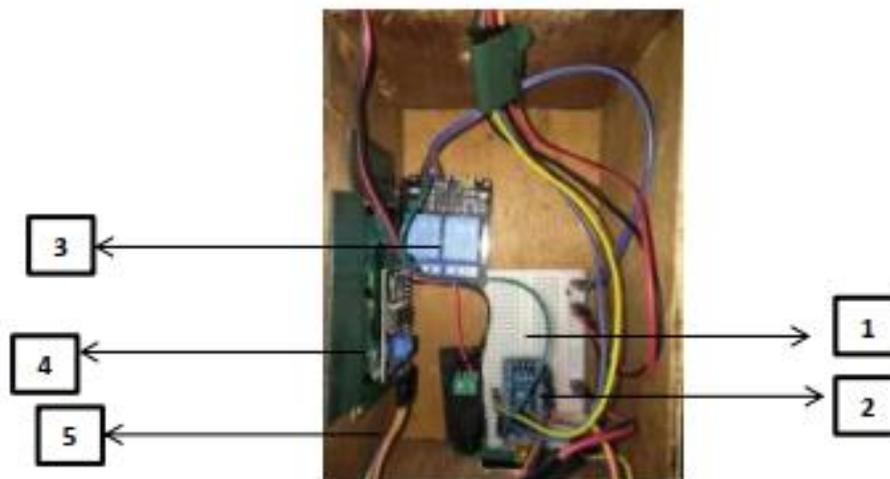
Hasil dari rancangan alat *separator* penyulingan serai wangi menggunakan sensor *ultrasonic* (HC-SR04) memiliki beberapa komponen. (Gambar 2). Adapun komponen dari alat ini terdiri dari 1)

kerangka utama, 2) wadah *separator*, 3) pompa, 4) sensor ultrasonic HC-SR04, 5) komponen elektronik, 6) penjaga ketinggian air, 7) selang output minyak, 8) keran.



Gambar 2. Hasil Rancangan *Separator* Minyak Serai Wangi

Bentuk dari rangkaian elektronik yang telah dibuat adalah sebagaimana di tunjukan oleh Gambar 3 berikut. Komponen-komponen yang terdapat pada rangkaian elektronik adalah diantaranya, (1) modul arduino nano (2) relay (3) lcd (4) sensor HC-SR04 dan (5) kabel *jumper*. *Separator* hasil akhir penyulingan serai wangi menggunakan sensor ultrasonic (HC-SR04) yang telah dirancang memiliki spesifikasi yang dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:



Gambar 3. Komponen Elektronik

Tabel 1. Spesifikasi *Separator* hasil akhir penyulingan serai wangi menggunakan sensor ultrasonic (HC-SR04)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	<i>Separator</i> hasil akhir penyulingan serai wangi menggunakan sensor ultrasonic (HC-SR04)
Dimensi (PxLxT)	63 cm x 40 cm x 80 cm
Sumber Daya	Listrik AC
Listrik yang digunakan (Watt.jam)	9,4936 Watt.jam
Kapasitas Kerja Alat	0,0126 ml/s
Komoditi	Serai Wangi

B. Pengujian Alat

Uji kinerja alat yang telah dirancang yaitu Separator Penyulingan Serai Wangi dengan menggunakan Sensor Ultrasonic (HC-SR04) dilaksanakan di CV Asliko Nusantara Grup. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali proses penyulingan, mulai dari saat pertama kali minyak keluar hingga tidak ada lagi minyak yang dihasilkan atau hingga minyak yang dihasilkan sudah sangat sedikit. Pembahasan hasil pengujian mencakup parameter-parameter yang diuji, antara lain:

1. Kapasitas Penyulingan

Pada Tabel 2, dapat dilihat bahwa untuk melakukan penyulingan daun serai wangi sebanyak 60 kg diperlukan waktu rata-rata sebesar 3,662 jam yang menghasilkan rata-rata minyak serai wangi sebesar 0,376 kg. Sehingga didapatkan kapasitas penyulingan rata-rata dari alat suling adalah sebesar 0,1026 kg/jam. Ini menunjukkan bahwa alat tersebut dapat menyuling sebanyak 0,1026 kg minyak serai wangi dalam satu jam.

Tabel 2. Kapasitas Penyulingan

Pengulangan	Massa Minyak Serai (Kg)	waktu (jam)	Kapasitas Kerja Efektif Kg/jam)
1	0,38	3,684	0,103
2	0,37	3,536	0,105
3	0,38	3,767	0,100
Rata-rata	0,376	3,662	0,1026

Kapasitas penyulingan yang didapatkan jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Widiatoro (2021) dan Kambu (2022) menunjukkan nilai kapasitas yang tidak jauh berbeda. Widiatoro dan Kambu masing-masing mendapatkan nilai kapasitas sebesar 0,128 kg/jam dan 0,112 kg/jam. Hal ini menunjukkan bahwasanya alat penyulingan yang digunakan masalah bekerja dengan baik. hal ini juga di perkuat dengan nilai waktu yang penulis dapatkan yaitu sebesar 3,662 jam masihlah sesuai dengan yang tercantum dalam SNI 8028-1:2014 mengenai penyulingan minyak atsiri, yang menyatakan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk setiap penyulingan daun serai wangi berkisar antara 3-6 jam.

2. Rendemen Penyulingan

Redemen adalah suatu perbandingan antara nilai output dan nilai input yang dinyatakan dengan satuan persen. Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa rata-rata rendemen alat penyulingan adalah 0,628%, yang menunjukkan bahwa dari 60 kg bahan daun serai wangi yang diolah, hanya bisa dihasilkan sekitar 0,628% minyak serai wangi. Hasil ini hampir sama dengan penelitian Widiatoro (2021), yang mendapatkan rendemen antara 0,505% hingga 0,607%, dan Kambu (2022) yang mendapatkan rendemen sebesar 0,611%. Namun, hasil ini lebih rendah dibandingkan dengan SNI 8028-1:2014 tentang penyulingan minyak atsiri yang menyebutkan rendemen penyulingan daun serai wangi berkisar antara 0,7-1,02%.

Tabel 3. Rendemen Penyulingan

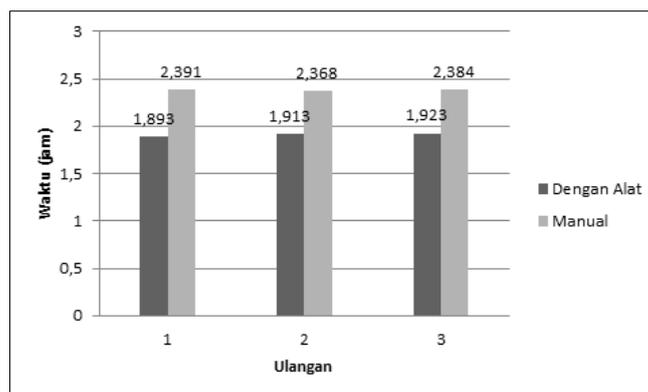
Pengulangan	Berat Serai waangi	Berat Minyak Serai	Rendemen
1	60	0,38	0,633
2	60	0,37	0,617
3	60	0,38	0,633
Rata-rata	60	0,376	0,628

Rendemen minyak serai wangi dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti cuaca, kesuburan tanah, umur tanam, dan cara penyulingan. Menurut Guenther (1987); LIPI (2019), rendemen minyak serai wangi juga dipengaruhi oleh faktor iklim. Pada musim kemarau, rendemen rata-rata dapat mencapai 0,7%, sedangkan pada musim hujan hanya sekitar 0,5%. Rendemen dari daun segar berkisar antara 0,5% hingga 1,2%. Hal ini disebabkan oleh kadar air serai wangi yang lebih rendah pada musim kemarau daripada pada musim hujan, sehingga rendemen cenderung lebih tinggi pada musim kemarau.

Rendeman penyulingan dapat ditingkatkan dengan memberikan perlakuan terhadap daun serai wangi sebelum dilakukan penyulingan. Perlakuan yang dimaksud dapat berupa pelayuan terhadap daun serai wangi sebelum dilakukan penyulingan. Hal ini sesuai dengan hasil yang didapatkan oleh Br Sembiring & Manoi (2015) yang melakukan proses pelayuan terhadap daun serai wangi sebelum dilakukan penyulingan. Ia mendapatkan bahwa proses pelayuan berpengaruh terhadap rendemen penyulingan, dengan perlakuan terbaik yang ia dapatkan adalah dengan pelayuan selama dua hari dengan diangin-anginkan di dalam ruangan.

3. Waktu Pemisahan

Waktu pemisahan adalah waktu yang diperlukan oleh alat untuk memisahkan minyak serai wangi secara otomatis dan diukur saat minyak pertama kali keluar dari alat suling. Tujuannya untuk mengetahui rata-rata waktu yang dibutuhkan dalam proses pemisahan minyak serai wangi dari tiga kali pengulangan. Pengukuran waktu pemisahan dilakukan dengan menggunakan stopwatch dan hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.

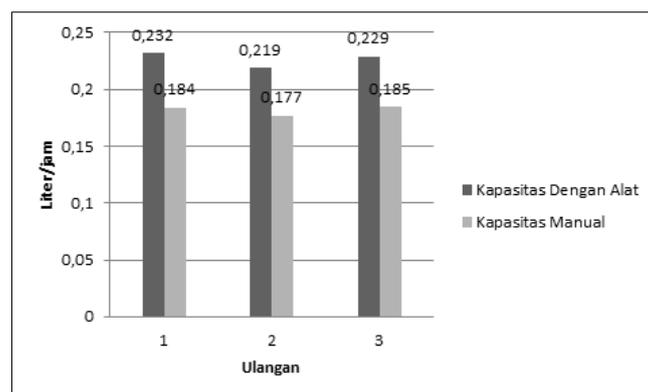


Gambar 4. Grafik Waktu Pemisahan

Dari Gambar 4 terlihat bahwa waktu yang diperlukan untuk memisahkan minyak serai wangi dengan menggunakan alat penyulingan lebih singkat dibandingkan dengan metode pemisahan secara manual. Rata-rata waktu pemisahan menggunakan alat adalah 1,909 jam, sedangkan untuk metode manual rata-rata waktunya adalah 2,381 jam. Hasil ini menunjukkan bahwa pemisahan menggunakan alat memakan waktu lebih singkat sekitar 0,472 jam dibandingkan dengan metode manual. Perbedaan ini disebabkan oleh penggunaan pompa yang dapat mempercepat proses pemisahan. Selain itu, pemilihan wadah transparan dan keran yang lebih kecil juga membantu mempercepat proses pemisahan.

4. Kapasitas Pemisahan

Kapasitas dari alat *separator* hasil penyulingan serai wangi dapat dihitung dengan cara membagi jumlah minyak serai wangi yang berhasil dipisahkan dengan lama waktu pemisahan. Adapun hasil kapasitas alat dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Grafik Kapasitas Pemisahan

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa kapasitas alat penyulingan lebih tinggi dibandingkan dengan kapasitas manual. Rata-rata kapasitas alat penyulingan adalah 0,227 liter/jam, sedangkan rata-rata kapasitas pemisahan secara manual adalah 0,182 liter/jam. Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas pemisahan menggunakan alat lebih besar dibandingkan dengan kapasitas pemisahan secara manual. Perbedaan ini disebabkan oleh waktu pemisahan menggunakan alat yang lebih singkat dibandingkan dengan pemisahan secara manual.

5. Persentase Minyak Yang Dapat Dipisahkan

Persentase minyak yang berhasil dipisahkan oleh alat dapat dihitung dengan cara membagi banyak minyak serai wangi yang dapat dipisahkan secara otomatis (output) terhadap total hasil penyulingan yang belum dipisahkan (input) dikali 100. Adapun nilai persentase minyak yang berhasil dipisahkan alat *separator* dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Persentase Minyak Yang Berhasil Dipisahkan

Pengulangan	Minyak yang dapat dipisahkan (Liter)	Minyak total (Liter)	Persentase (%)
1	0,290	0,440	65,90
2	0,300	0,420	71,43
3	0,300	0,440	68,18
Rata-rata	0,296	0,433	68,50

Dari Tabel 4, terlihat bahwa persentase minyak yang berhasil dipisahkan oleh alat pada setiap pengujian memiliki nilai yang berbeda-beda. Dalam penelitian ini, penulis mencoba untuk mengukur seberapa efektif minyak serai wangi dapat dipisahkan dari hasil penyulingan. Pada percobaan pertama, didapatkan sebesar 65,90% minyak serai wangi dapat dipisahkan. Kemudian pada percobaan kedua angka tersebut meningkat, didapatkan sebesar 71,43% minyak serai wangi dapat dipisahkan. Namun pada percobaan ketiga persentase minyak serai wangi yang dapat dipisahkan turun menjadi 68,18%. Sehingga rata-rata dari ketiga percobaan tersebut adalah 68,50%, hal ini menunjukkan pemisahan secara otomatis berjalan dengan baik. Sisanya harus dipisahkan secara manual karena alat belum dapat memisahkan secara 100%. Perbedaan persentase minyak yang berhasil dipisahkan dipengaruhi oleh jumlah minyak hasil penyulingan dan jumlah minyak yang dapat dipompakan oleh pompa, yang bergantung pada bacaan sensor ultrasonic. Namun, pemisahan manual dapat memisahkan 100% minyak meskipun memerlukan waktu yang lebih lama sekitar 0,472 jam.

Pemisahan pada hasil penyulingan minyak serai wangi menggunakan separator otomatis belum dapat memisahkan secara 100% masih memerlukan pemisahan manual untuk pemisahan semua minyak yang berhasil disuling. Berbeda dengan pemisahan secara manual yang memungkinkan pemisahan secara 100%, meski memerlukan waktu rata-rata 0,472 jam lebih lama.

6. Persentase Minyak Serai Tertinggal

Persentase minyak serai tertinggal dapat dihitung dengan cara membagi banyak minyak serai wangi yang tertinggal secara otomatis (output) terhadap total hasil penyulingan yang belum dipisahkan (input) dikali 100. Adapun nilai persentase minyak serai tertinggal dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Persentase Minyak yang Tertinggal

Pengulangan	Minyak yang Tertinggal (Liter)	Minyak total (Liter)	Persentase (%)
1	0,150	0,440	34,09
2	0,120	0,420	28,57
3	0,140	0,440	31,81
Rata-rata	0,136	0,433	31,49

Dari Tabel 5, dapat dilihat bahwa persentase minyak yang tertinggal setelah diuji bervariasi pada setiap ulangan. Dalam setiap ulangan ini penulis ingin mengukur seberapa efektif pemisahan minyak serai wangi dapat dilakukan, dengan melihat persentase minyak yang tertinggal atau tidak dapat

dipisahkan secara otomatis. Pada ulangan pertama terdapat 34,09% minyak serai wangi tertinggal, pada ulangan kedua sebesar 28,57% dan pada ulangan ketiga sebesar 31,81%. Kemudian secara rata-rata didapatkan minyak serai wangi yang tidak dapat dipisahkan secara otomatis atau tertinggal adalah sebesar 31,49%, hal ini menunjukkan pemisahan secara otomatis berjalan dengan cukup baik. Perbedaan persentase minyak yang tertinggal dipengaruhi oleh jumlah minyak hasil penyulingan dan jumlah minyak yang dapat dipompakan oleh pompa, yang tergantung pada bacaan sensor ultrasonic. Permukaan minyak yang bergelombang dapat mempengaruhi presisi bacaan sensor ultrasonic, sehingga berdampak pada persentase minyak yang dapat dipisahkan dan yang tidak dapat dipisahkan. Semakin banyak minyak yang dapat dipompakan, semakin sedikit minyak yang tersisa, dan sebaliknya. Meskipun demikian, minyak serai wangi yang tidak dapat dipisahkan secara otomatis harus dipisahkan secara manual agar minyak dapat dipisahkan sepenuhnya. Namun, pemisahan dengan alat masih lebih cepat sekitar 0,472 jam dibandingkan dengan pemisahan secara manual.

7. Energi Listrik

Menurut Wahid et al. (2014), energi yang digunakan oleh alat listrik dihitung dengan mengalikan laju penggunaan energi (daya) dengan waktu penggunaannya. Nilai energi listrik yang digunakan oleh alat pemisah dapat ditemukan di Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Energi Listrik

Pengulangan	Energi Listrik		Jumlah
	Rangkaian Arduino	Pompa Minyak	
1	9,15 watt.jam	0,0864 watt.jam	9,2364 watt.jam
2	9,25 watt.jam	0,1008 watt.jam	9,3508 watt.jam
3	9,30 watt.jam	0,0936 watt.jam	9,3936 watt.jam
Rata-rata	9,23 watt.jam	0,0936 watt.jam	9,3278 watt.jam

Dari Tabel 6, dapat dilihat bahwa energi listrik yang digunakan oleh alat memiliki nilai yang berbeda untuk setiap ulangan yang diuji. Pengujian dilakukan untuk mengukur seberapa banyak energi listrik yang digunakan oleh separator minyak serai wangi yang telah dibuat. Pada ulangan pertama menggunakan sebesar 9,2364 watt.jam energi listrik, pada ulangan kedua sebesar 9,3508 watt.jam dan pada ulangan ketiga sebesar 9,3936 watt.jam. Sehingga rata-rata energi listrik yang digunakan adalah sebesar 9,3278 watt.jam. Hal ini mencerminkan seberapa besar energi listrik yang digunakan oleh separator yang telah dibuat, tidak lebih besar dari energi listrik yang digunakan oleh bohlam lampu. Perbedaan energi listrik yang digunakan pada setiap ulangan dipengaruhi oleh waktu aktif alat dan waktu pompa menyala. Semakin lama alat aktif, semakin besar energi listrik yang digunakan, dan sebaliknya. Begitu juga, semakin lama pompa menyala, semakin besar energi listrik yang digunakan, dan sebaliknya.

8. Perhitungan Debit Pompa

Debit penyemprotan air pompa dapat dihitung dengan membagi antara air yang dapat dipompakan dengan waktu yang dibutuhkan. Adapun nilai debit pompa dapat dilihat pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Debit Pompa

Pengulangan	volume Minyak (Liter)	Waktu(jam)	Debit Pompa (Liter/jam)
1	0,290	0,0036	80,55
2	0,300	0,0041	73,17
3	0,300	0,0039	76,92
Rata-rata	0,296	0,0038	76,88

Dari Tabel 7 dapat diketahui bahwa kapasitas pompa alat yang telah diuji berbeda pada setiap pengujian. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan pompa untuk melakukan pemisahan minyak serai wangi. Pada pengulangan pertama didapatkan debit atau kapasitas pompa adalah sebesar 80,55 liter/jam, pada ulangan kedua sebesar 73,17 liter/jam dan pada ulangan ketiga sebesar 76,92

liter/jam. Hal ini menjukan pompa yang digunakan bekerja dengan baik dengan rata-rata kapasitas 76,88 liter/jam. Artinya untuk kapasitas penyulingan yang lebih besar pompa ini masih bisa digunakan. Debit pompa ini dipengaruhi oleh jumlah minyak yang dapat dipisahkan dan waktu yang dibutuhkan. Semakin banyak jumlah minyak yang dapat dipisahkan dalam waktu yang sama, maka semakin besar kapasitas pompa alat tersebut.

C. Analisis Ekonomi

Pada Tabel 8 dapat dilihat hasil analisis ekonomi untuk separator minyak serai wangi yang telah dibuat dan terdapat komponen biaya yang telah diidentifikasi. Biaya tetap alat adalah sebesar Rp298.875/tahun yang merupakan hasil penjumlahan dari biaya penyusutan (D) sebesar Rp270.000/tahun dan bunga modal (I) sebesar Rp28.875/tahun. Selain itu, biaya tidak tetap alat sebesar Rp13.603/jam, terdiri dari biaya pemeliharaan dan biaya operasional yang masing-masing sebesar Rp270/jam dan Rp13.333/jam. Kemudian untuk biaya pokok alat didapatkan sebesar Rp60.496,56/Liter, yang dipengaruhi oleh biaya tetap, biaya tidak tetap, total jam kerja alat per tahun (2.304 jam per tahun) dan kapasitas alat (0,227 liter per jam). Selain itu juga didapatkan titik impas atau *break even point* (BEP) alat adalah 45,14 Liter/Tahun. untuk mencapai BEP alat harus dioperasikan minimal 33 hari per tahun. Ini berarti jika alat dioperasikan lebih dari 33 hari dengan kapasitas produksi tertentu, maka investasi akan mulai menghasilkan keuntungan.

Tabel 8. Analisis Ekonomi

Parameter	Keterangan
Biaya Tetap	Rp298.875/tahun
Biaya Tidak Tetap	Rp13.603/jam
Biaya Pokok	Rp60.496,56/Liter
BEP (<i>break even point</i>)	45,14 Liter/Tahun
BEP dicapai	33 hari/Tahun

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, maka didapatkan rekapitulasi hasil penelitian dari beberapa parameter pengujian. Rekapitulasi data hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 9 berikut. dapat dilihat hasil

Tabel 9. Rekapitulasi Data Hasil Penelitian

No	Parameter Pengujian dan Perhitungan	Rata-rata Hasil Pengujian
1	Waktu Penyulingan (jam)	3,662
2	Kapasitas Penyulingan (Liter/jam)	0,118
3	Rendemen Penyulingan (%)	0,628
4	Waktu Pemisahan (jam)	1,909
5	Kapasitas alat (Liter/jam)	0,227
6	Persentasi minyak yang dapat dipisahkan (%)	68,50
7	Persentasi minyak yang tertinggal (%)	31,49
8	Energi listrik (watt.jam)	9,3278
9	Perhitungan debit pompa (Liter/jam)	76,88
10	Biaya Pokok (Rp/liter)	60.496,56
11	BEP (liter/tahun)	45,14
12	BEP tercapai (hari)	33

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal yaitu:

1. Alat separator hasil akhir penyulingan serai wangi menggunakan sensor ultrasonic (HC-SR04) telah berhasil dirancang dengan dimensi alat yang terdiri dari beberapa komponen seperti kerangka utama, wadah separator, pompa, sensor ultrasonic HC-SR04, komponen elektronik, penjaga ketinggian air, selang output minyak, dan keran.
2. Alat separator tersebut juga telah berhasil melakukan pemisahan minyak serai wangi dengan waktu pemisahan yang lebih cepat dan kapasitas kerja yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode

manual. Rata-rata persentase minyak yang berhasil dipisahkan oleh alat separator tersebut secara otomatis adalah 68,50% dan persentase minyak yang harus dipisahkan dengan pemisahantahap kedua secara manual adalah 31,49%.

3. Rata-rata energi listrik yang digunakan dan debit pompa alat separator tersebut adalah 9,3278 watt.jam dan 76,88 liter/jam, dan biaya pokok alat separator tersebut adalah sebesar Rp60.496,56/Liter. Nilai Break Even Point (BEP) dari alat separator tersebut adalah sebesar 45,14 liter/tahun, dan dapat dicapai dengan mengoperasikan alat minimal selama 33 hari per tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- Br Sembiring, B., & Manoi, F. (2015). Pengaruh Pelayuan Dan Penyulingan Terhadap Rendemen Dan Mutu Minyak Serai Wangi (*Cymbopogon nardus*). *Prosiding Seminar Nasional Swasembada Pangan Politeknik Negeri Lampung*, 447–451.
- Kambu, I. I. (2022). *Uji Teknis Mesin Penyulingan Minyak Serai Wangi (Citronella Oil) Dengan Menggunakan Metode Distilasi*. Universitas Andalas.
- LIPI. (2019). *Quo Vadis Minyak Serai Wangi dan Produk Turunannya*. LIPI Press.
- Putra, S. D. (2017). (STTIND) PADANG. In *Perancangan Separator Hasilakhir Penyulingan Minyak Nilam Pak Akmal Di Desa Rimbo Binuang Kab. Pasaman Barat*. Sekolah Tinggi Teknologi Industri Padang.
- Suprayogi, & Alfansuri. (2021). Rancang Bangun Separator Destilasi Minyak Serai Wangi. *Jurnal InovtekSeri Mesin*, 1(2), 14–17.
- Wahid, A., Junaidi, & Arsyad, I. (2014). Analisis kapasitas dan kebutuhan daya listrik untuk menghemat penggunaan energi listrik di fakultas teknik universitas tanjungpura. *Jurnal. Program Studi Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Tanjungpura. Pontianak*.
- Widiantoro, R. N. (2021). *Rancang bangun kompor penyulingan minyak serai wangi (chitronella oil) berbahan bakar oli bekas (used lubricant)*. Universitas Andalas.