

TUGAS AKHIR

ANALISA EFISIENSI DAN RENDEMEN PADA DESTILATOR P2 TN-MA DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM KONTROL ARDUINO UNO

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

Alfi Syahri Sihombing
1907230105



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

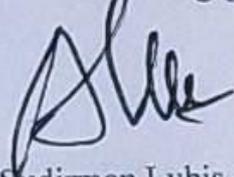
Nama : Alfi Syahri Sihombing
NPM : 1907230105
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisa Efisiensi Dan Rendemen Pada Destilator P2 TN-
MA Dengan Menggunakan Sistem Kontrol Arduino Uno.
Bidang ilmu : Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, September 2024

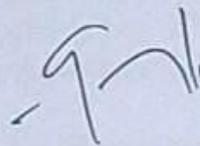
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



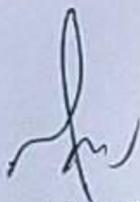
Dr. Sudirman Lubis, ST, MT

Dosen Peguji II



Chandra A Siregar, ST, MT

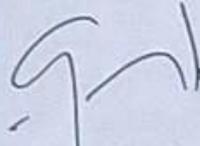
Dosen Penguji III



H. Muharnif M, ST, M.Sc

Program Studi Teknik Mesin

Ketua



Chandra A Siregar, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAAN TUGAS AKHIR

Saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Alfi Syahri Sihombing

Tempat/Tanggal Lahir: Medan/ 25 Desember 2000

NPM : 1907230105

Fakultas : Teknik

Program Studi : Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

"Analisa Efisiensi Dan Rendemen Pada Destilator P2 Tn-Ma Dengan Menggunakan Sistem Kontrol Arduino Uno"

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatal kelulusan / kesarjaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 7 September 2024



Alfi Syahri Sihombing

ABSTRAK

Pada saat ini proses destilasi minyak nilam masih menggunakan cara konvensional, sehingga hasil yang diinginkan tidak sesuai dengan dengan total bahan yang digunakan. Hal ini di karenakan oleh beberapa faktor, seperti tidak stabilnya suhu ataupun tahapan proses destilasi yang tidak sesuai. Banyaknya kendala yang di alami oleh produsen minyak atsiri ini menyebabkan kecilnya hasil rendemen dan mutu yang dihasilkan masih terlalu kecil. Maka daripada itu pada saat penyulingan menggunakan pemanas air elektrik dengan arduino uno sebagai sistem pengontrol suhu di dalam ketel penyulingan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi, hasil rendemen dan mengkategorikan hasil minyak atsiri yang dihasilkan dengan menggunakan arduino uno sebagai sistem pengontrol suhu. Semakin banyak volume bahan baku yang digunakan maka semakin banyak hasil rendemen, Arduino uno sebagai sistem pengontrol pada suhu 95°C - 98°C sehingga suhu air di ketel tetap stabil. Kondensasi terjadi di dalam ketel yang membawa uap air dan minyak nilam ke dalam kondensor untuk memasuki fase pendinginan. Kondensor berisi air yang bersirkulasi serta pipa spiral sebagai pembawa uap air dan minyak nilam. Tetesan uap air dan minyak nilam akan di pisahkan oleh *OWS (oil water separator)* sebagai tahap akhir dalam proses penyulingan minyak atsiri daun nilam. Pada penelitian ini bahan baku menggunakan duan nilam dengan variasi berat 3 kg, 4 kg dan 5 kg dengan masing-masing hasil rendemen adalah 0,78%, 0,93% dan 1,04 %.

Kata Kunci : Minyak nilam, penyulingan, Arduino uno, suhu.

ABSTRACT

At this time the patchouli oil distillation process still uses conventional methods, so that the desired results do not match the total materials used. This is due to several factors, such as unstable temperature or inappropriate stages of the distillation process. The many obstacles experienced by essential oil producers cause small yields and the quality produced is still too small. Therefore at the time of distillation using an electric water heater with arduino uno as a temperature control system in the distillation kettle. This study aims to analyze the efficiency, yield and categorize the results of essential oils produced by using arduino uno as a temperature control system. The more the volume of raw materials used, the more the yield, Arduino uno as a control system at a temperature of 95 °C - 98 °C so that the water temperature in the kettle remains stable. Condensation occurs in the kettle which carries water vapor and patchouli oil into the condenser to enter the cooling phase. The condenser contains circulating water and spiral pipes as carriers of water vapor and patchouli oil. Droplets of water vapor and patchouli oil will be separated by OWS (oil water separator) as the final stage in the patchouli leaf essential oil distillation process. In this study, the raw material used patchouli leaves with a weight variation of 3 kg, 4 kg and 5 kg with the respective yields of 0.78%, 0.93% and 1.04%.

Keywords: *Patchouli oil, distillation, Arduino uno, temperature.*

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Tidakada kata yang lebih indah selain puji dan syukur kepada Allah SWT, yang telah menetapkan segala sesuatu, sehingga tiada sehelai daun yang jatuh tanpa izin-nya. Alhamdulillah atas izin-nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini yang berjudul “ANALISA EFISIENSI DAN RENDEMEN PADA DESTILATOR P2 TN-MA DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM KONTROL ARDUINO UNO” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU) Medan.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada orang-orang yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak H. Muarnif M, S.T., M.Sc, selaku dosen pembimbing dan penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Sudirman Lubis, S.T., M.Sc, selaku Penguji 1 yang telah banyak membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas akhir ini.
3. Bapak Chandra A Putra Siregar, S.T., M.T, selaku Penguji 2 sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Di Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan ilmu keteknik mesinan kepada penulis.
6. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
7. Ayahanda Wawanuddin Sihombing, Ibunda Hartaty Matondang beserta Kedua Adik Saya Rahmadini Hafiroh Sihombing dan Adek Fadlan Almugny Sihombing yang selalu membanggakan saya, mendukung saya dengan sangat

baik hingga saat ini.

8. Teman – teman Bph 19 HMM FT UMSU, Gragas 19, dan Tulang Home yang selalu membantu dan memberikan dukungan kepada saya.

Laporan tugas akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi bidang Teknik.

Medan, September 2024

Alfi Syahri Sihombing
190723105

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAAN TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR NOTASI	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Daun Nilam	4
2.2 Minyak Atsiri	5
2.2.1 Minyak Atsiri Daun Nilam	6
2.3 Proses Penyulingan Minyak Nilam	7
2.4 Ketel Perebusan (<i>Boiler</i>)	10
2.5 Ketel Kondensor	11
2.6 Seperator	12
2.7 Arduino Uno	13
2.7.1 Aplikasi Arduino IDE	13
2.8 Efisiensi sistem destilasi	14
2.9 Rendemen	14
BAB III METODE PENELITIAN	15
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	15
3.1.1 Tempat	15
3.1.2 Waktu	15
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	15
3.2.1 Alat Penelitian	15
3.2.2 Bahan Penelitian	20
3.3 Bagan Alir Penelitian	21
3.4 Sketsa Alat Penyulingan dan Rancangan sistem kontrol	22
3.5 Prosedur Penelitian	23
3.6 Metode Pengumpulan Data	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Data Spesifikasi dan Data Aktual Penelitian	28
4.1.1 Data Spesifikasi Pada Penelitian.	28
4.1.2 Data Aktual Perhitungan Efisiensi dan Rendemen	28
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	36
5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37

LAMPIRAN
DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Standar Mutu Minyak Nilam sesuai SNI dan ISO	6
Tabel 3. 1 Jadwal dan Kegiatan Saat Melakukan Penelitian	15
Tabel 4. 1 Data Spesifikasi Pada Penelitian	28

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Daun nilam	5
Gambar 2. 2 Penyulingan Air dan Uap	8
Gambar 2. 3 Penyulingan Dengan Air	9
Gambar 2. 4 Penyulingan Dengan Uap	10
Gambar 2. 5 Ketel perebusan	11
Gambar 2. 6 Ketel Kondensor	12
Gambar 2. 7 Arduino Uno	13
Gambar 2. 8 Arduino IDE	13
Gambar 3. 1 Sensor suhu tipe Dallas DS18B20	16
Gambar 3. 2 Arduino Uno	16
Gambar 3. 3 Aplikasi Arduino Ide	17
Gambar 3. 4 Elemen Pemanas Air	17
Gambar 3. 5 Stopwatch	18
Gambar 3. 6 Gelas Ukur 100 ml	18
Gambar 3. 7 Timbangan	19
Gambar 3. 8 Pompa air	19
Gambar 3. 9 Daun Nilam	20
Gambar 3. 10 Air	20
Gambar 3. 11 Bagan Alir	21
Gambar 3. 12 Sketsa Alat Penyulingan	22
Gambar 3. 13 Sketsa Sistem Kontrol	23
Gambar 3. 14 Alat Penyulingan	23
Gambar 3. 15 Ranting dan daun nilam	24
Gambar 3. 16 Pengisian Air	24
Gambar 3. 17 Berat daun nilam	25
Gambar 3. 18 Memasukan daun nilam ke dalam ketel	25
Gambar 3. 19 Peletakan OWS	26
Gambar 3. 20 Tetesan minyak nilam	26

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
°	Derajat	
m^3	Meter Kubik	m^3
V_{air}	Volume air	m^3
%	Persen	%
M	Meter	m
ρ_{air}	Massa jenis cairan	kg/m^3
T	Waktu	S

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada saat ini proses destilasi minyak nilam masih menggunakan cara konvensional, sehingga hasil yang diinginkan tidak sesuai dengan total bahan yang digunakan. Hal ini dikarenakan oleh beberapa faktor, seperti tidak stabilnya suhu ataupun tahapan proses destilasi yang tidak sesuai. Banyaknya kendala yang dialami oleh produsen minyak atsiri ini menyebabkan kecilnya hasil rendemen dan mutu yang dihasilkan masih terlalu kecil.

Penghasil minyak atsiri yang mempunyai prospek cukup tinggi adalah tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth). Hal ini dapat dilihat dari kebutuhan pasar dunia yang rata-rata mencapai 1.200 – 1.400 ton per tahunnya (Hendartomo, 2008). Hampir 70% dari kebutuhan minyak atsiri di dunia dipasok oleh Indonesia, yang sebagian besar digunakan di industri parfum, kosmetik, antiseptik dan insektisida (Nuryani, 2006). Di Indonesia terdapat tiga jenis daun nilam, yaitu nilam yang terdapat di Indonesia, yaitu *Pogostemon cablin* Benth, *Pogostemon heyneanus* Benth dan *Pogostemon hortensis* Backer. Namun demikian jumlah itu belum bisa memenuhi kebutuhan ekspor minyak daun nilam. Permasalahan yang sering timbul disebabkan oleh kurangnya informasi teknologi dan belum adanya standarisasi metode kerja penyulingan minyak nilam, sehingga minyak nilam yang dihasilkan masih bermutu rendah (Indiyani, 2017).

Proses destilasi minyak nilam biasanya menggunakan tiga model penyulingan, yaitu penyulingan dengan uap, yaitu penyulingan dengan air dan penyulingan dengan air dan uap. Dari ketiga Proses tersebut kesetabilan suhu merupakan faktor penting untuk menghasilkan rendemen yang tinggi. Sedangkan waktu yang diperlukan untuk mendapatkan rendemen minyak nilam paling tinggi adalah 8 jam, dengan komposisi 100% daun (1:0), yaitu sebesar 3,631% dan rendemen minyak nilam yang terendah dihasilkan dari 100% batang (1:0) dengan waktu penyulingan 4 jam, yaitu sebesar 0,10%. (Isna Syauqiah, 2008).

Permasalahan yang terjadi pada pemanasan air menggunakan heater water element adalah ketika suhu tidak sesuai dengan set point yang diinginkan. Salah satu cara mengatasinya adalah menjaga kondisi sistem agar tetap berada pada

kondisi yang diinginkan dengan menggunakan perangkat kendali dan metode pengendalian. Maka daripada itu di perlukan sistem kendali berupa Arduino Uno untuk menjaga kondisi agar sesuai yang diinginkan. Dengan adanya Arduino Uno tersebut diharapkan kesetabilan suhu di ruang ketel terjaga, ketika temperature pada pemanas air tidak sesuai dengan set point dapat mengakibatkan salah satunya overheating yang menyebabkan suhu tidak sesuai dengan yang diinginkan. Sehingga untuk menjaga kondisi sistem tetap berada pada kondisi yang diinginkan diperlukan alat untuk memonitor kinerja sistem secara real time.

Dalam tugas akhir ini penulis akan menganalisa efisiensi rendemen pada minyak nilam jika kesetabilan suhu menggunakan perangkat arduino Uno dengan judul “Analisis Efisiensi Dan Rendemen Pada Destilator P2 TN-MA Dengan Menggunakan Sistem Kontrol Arduino Uno”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut yang telah di uraikan, maka rumusan permasalahan penelitian ini adalah “Bagaimana menganalisis Efisiensi Dan Rendemen Pada Destilator P2 TN-MA Dengan Menggunakan Sistem Kontrol Arduino Uno”.

1.3 Ruang Lingkup

Dalam penyusunan proposal tugas akhir ini di perlukan beberapa batasan permasalahan dengan tujuan agar pembahasan tidak meluas dan menyimpang dari tujuan. Adapun batasan permasalahan adalah sebagai berikut:

1. Sistem dapat berjalan apabila menggunakan sistem kontrol Arduino Uno.
2. Bahan baku utamanya adalah daun nilam dengan berat variasi 3 kg, 4 kg, dan 5 kg.
3. Menggunakan air di ketel untuk memanaskan air hingga menjadi uap.
4. Menggunakan air di bagian kondensor sebagai pendingin.
5. Menggunakan Heater sebagai sumber panas dengan daya 1000 Watt.
6. Temperatur air 95°C – 99 °C.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis Efisiensi pada destilator Destilator P2 TN-MA Dengan Menggunakan Sistem Kontrol Arduino Uno.
2. Menganalisis rendemen pada destilator Destilator P2 TN-MA Dengan Menggunakan Sistem Kontrol Arduino Uno.
3. Mengkategorikan hasil pengolahan minyak nilam atsiri pada sistem distilasi uap kapasitas bahan baku daun nilam.

1.5 Manfaat

Di harapkan dari hasil penelitian ini dapat berguna bagi produsen minyak nilam serta memotivasi agar terus mengembangkan teknologi yang ada untuk meningkatkan dan menghasilkan minyak yang berkualitas.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daun Nilam

Tanaman nilam (*Pogostemon patchoil* atau *Pogostemon cablin Benth*) merupakan tanaman perdu wangi berduan halus dan berbatang segi empat. Berdasarkan sifat tumbuhnya, tanaman nilam adalah tanaman tahunan (perennial). Tanaman ini merupakan tanaman semak yang tumbuh tegak, memiliki banyak percabangan, bertingkat-tingkat, dan mempunyai aroma yang khas. Secara alami tanaman nilam dapat mencapai ketinggian antara 0,5 m – 1,0 m. Nilam dapat tumbuh dan berkembang di dataran rendah sampai pada dataran tinggi yang mempunyai ketinggian 1.200 m di atas permukaan laut. Akan tetapi, nilam akan tumbuh dengan baik dan berproduksi tinggi pada ketinggian tempat antara 50 - 400 meter di atas permukaan laut (Mdpl) . Pada dataran rendah kadar minyak lebih tinggi tetapi kadar patchouli alcohol lebih rendah, sebaliknya pada dataran tinggi kadar minyak rendah, kadar *patchouli alcohol* (Pa) tinggi (Nuryani.et al, 2005).

Tanaman nilam adalah penghasil sejenis Minyak atsiri yang dinamakan minyak nilam. Minyak nilam memiliki sifat khas yaitu semakin bertambah umurnya semakin harum wanginya, oleh sebab itu minyak nilam yang berumur lebih lama akan lebih baik untuk di suling (Mangun, 2008). Salah satu minyak atsiri yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi yaitu minyak nilam. Minyak atsiri atau essential oils, etherial oils, atau volatile oils termasuk pendukung perekonomian negara yang memiliki potensi besar di Indonesia. Ekstrak alami dari jenis tumbuhan tertentu yang berasal dari daun, bunga, kayu, biji-bijian bahkan putik bunga disebut sebagai minyak atsiri. Harga jual minyak nilam termasuk yang tertinggi apabila dibandingkan dengan minyak atsiri lainnya (Jayanuddin & Hartono, 2011).

Di Indonesia terdapat tiga jenis nilam yang dapat dibedakan dari karakter morfologinya, kandungan dan kualitas minyak dan ketahanan terhadap cekaman biotik dan abiotik. Menurut (Guenther, 1987), ketiga jenis nilam tersebut adalah :

1. Nilam aceh (*Pogostemon cablin Benth* atau *Pogostemon Patchouli*)
2. Nilam jawa (*Pogostemon heyneatus Benth*) yang biasa disebut nilam hutan.
3. Nilam sabun (*Pogostemon hortensis Backer*).



Gambar 2. 1 Daun nilam

2.2 Minyak Atsiri

Minyak yang terdapat di alam dibagi menjadi tiga golongan besar, yaitu: Minyak mineral (Mineral oil), Minyak yang dapat di konsumsi (*Edibel fat*) dan Minyak atsiri (*Essential oil*). (Guenther,1987)

Minyak atsiri juga dikenal dengan teris atau minyak terbang (*Volatile oil*) yang dihasilkan oleh tumbuhan. Minyak tersebut dapat menguap pada suhu kamar tanpa mengalami dekomposisi, mempunyai rasa getir dan mempunyai bau yang sesuai dengan tumbuhan penghasil. (Hardjono Sastrohamidjojo, 2018) Menyebutkan minyak atsiri dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu; pertama minyak atsiri yang dapat dipisahkan menjadi komponen-komponen atau penyusun murninya, contohnya seperti minyak sereh, minyak daun cengkeh, minyak permen dan minyak terpentin. Kelompok kedua minyak atriri yang sukar dipisahkan menjadi komponen murninya, contohnya antara lain minyak akar wangi, minyak nilam dan minyak kenanga.

Minyak atsiri merupakan salah satu produk argo industri prospek yang cukup tinggi untuk terus dikembangkan. Di pasar dunia saat ini terdapat 70 jenis minyak atsiri yang di perdagangkan dan Indonesia mempunyai 40 jenis tanaman yang dapat di olah menjadi minyak atsiri, tetapi saat ini hanya 14 jenis yang memiliki peranan yang nyata sebagai komoditas ekspor. (Hetik, Maghfoer, & Wardiyati. 2013). Pada tahun 2009, Indonesia mengeksport minyak atsiri sebanyak 2.500 ton atau senilai 100 juta US Dollar. Komoditas minyak atsiri unggulan Indonesia, diantaranya minyak nilam, minyak pala dan minyak daun cengkih. Persentase ekspor minyak nilam Indonesia telah memasok sekitar 90% kebutuhan dunia, sedangkan minyak

pala dan minyak daun cengkih dapat memenuhi permintaan dunia masing-masing sekitar 75% dan 70%. (Meika syahbana rusli, 2010).

2.2.1 Minyak Atsiri Daun Nilam

Minyak nilam atau "*Patchouli oil*" merupakan komoditas ekspor yang cukup tinggi di antara minyak atsiri yang lain di Indonesia. Minyak nilam diperoleh dari hasil penyulingan daun, batang dan juga cabang tanaman nilam. Minyak nilam saat masih sangat digemari oleh dunia karena daya fiksasinya yang cukup tinggi terhadap pewangi lain, sehingga dapat mengikat bau wangi dan mencegah penguapan zat pewangi sehingga bau wangi tidak cepat hilang (Agustian dan sulaswatty ,2015). Komponen yang terkandung didalam minyak nilam adalah *pacthouli acohol*.

Mutu minyak nilam Indonesia dikenal paling baik dan menguasai pasar dunia. Kebutuhan minyak nilam di dunia saat ini sekitar 1200 – 1400 ton minyak nilam rata-rata pertahunnya. Menurut Chomchalow (2000), minyak nilam dapat digunakan sebagai bahan aromaterapi, industri farmasi, sabun, sampo dan juga disinfektan. Hal tersebut dikarenakan minyak nilam, memiliki kelebihan sebagai antibakteri, antidepresan, antijamur, antiinfeksi, anti-inflamasi, antiseptik, antivirus dan karminatif (Pullagummi et al., 2013)

Secara umum, peningkatan kadar *pacthouli acohol* minyak nilam dapat dilakukan dengan suatu proses lanjutan seperti destilasi fraksinasi, destilasi fraksinasi merupakan proses pemisahan komponen kimia pada minyak atsiri berdasarkan perbedaan titik didih dan berat molekulnya. Standar mutu minyak nilam sesuai dengan SNI dan ISO sebagai berikut.

Tabel 2. 1 Standar Mutu Minyak Nilam sesuai SNI dan ISO

Karakteristik	SNI	ISO
Warna	Kuning muda sampai cokelat kemerahan	Kuning muda sampai cokelat kemerahan
Bobot jenis, 25°C/25°C	0,950 – 0,975	0,949 – 0,972
Putaran optik	(-48°) – (-65°)	(-40°) – (-60°)
Indeks bias	1,507 – 1,515	1,503 – 1,513
Kelarutan dalam etanol 90% pada suhu 25°C ±3°C	Larutan jernih atau opalensi ringan dalam perbandingan volume 1-10 bagian	Larutan jernih atau opalensi ringan dalam perbandingan volume 1-10 bagian
Bilangan asam	Maksimal 8	Maksimal 5

Bilangan ester	Maksimal 20	Maksimal 10
Minyak keruing	Negatif	Negatif
Zat-zat asing:		
a. Alkohol tambahan	Negatif	Negatif
b. Lemak	Negatif	Negatif
c. Minyak pelican	Negatif	Negatif

(Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik, 2007)

2.3 Proses Penyulingan Minyak Nilam

Minyak atsiri adalah zat cair yang mudah menguap bercampur dengan dengan senyawa dengan komposisi dan titik leleh berbeda, larut dalam pelarut organik dan tidak larut dalam air. Berdasarkan sifat tersebut, minyak atsiri dapat diekstraksi dengan empat metode yaitu;

- Penyulingan (*Destilasi*)
- Pengepresan (*Expression*)
- Ekstraksi dengan pelarut (*Solvent extractor*)
- Absorpsi oleh menguap lemak padat (*Enfleurage*)

Cara yang paling tepat untuk pengambilan atsiri adalah dengan cara penyulingan (*distillation*). (Ames dan Matthews, 1968).

Penyulingan merupakan proses pemisahan komponen yang berupa cairan atau padatan dari dua macam campuran atau lebih berdasarkan perbedaan titik uap masing-masing zat tersebut. Menurut (Said, 2015) bahwa dasar dari proses penyulingan minyak nilam adalah pengambilan minyak dengan uap air dari dalam sel-sel tanaman. Salah satu faktor yang akan mempengaruhi produksi minyak adalah banyaknya uap air yang melalui bahan selama penyulingan.

Dari beberapa faktor penyulingan yang ada pemilihan material ketel penyulingan (ekstraktor) merupakan hal yang sangat penting dikarenakan harus terbuat dari material yang tidak menimbulkan kontaminasi dengan minyak nilam. Berikut adalah beberapa material yang baik menurut (Maulana¹, n.d.) :

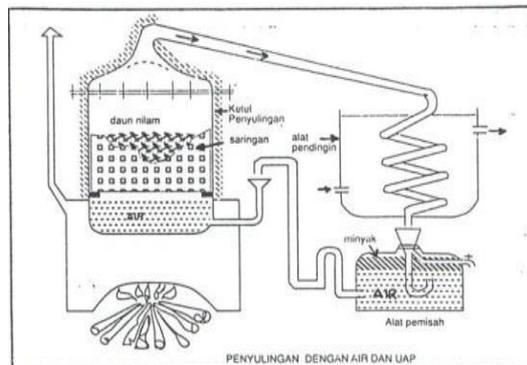
1. *Glass/Pyrex* (Hanya mungkin untuk skala laboratorium)
2. *Material Pharmaceutical Grade (Stainlesssteel AISI 304)*
3. *Material Food Grade (Stainlesssteel AISI 344)*
4. *Material Mild Mild Steel Galvanized*
5. *Material Mild Steel*

Di dunia industri saat ini terdapat tiga metode penyulingan yang sering digunakan yaitu;

1. Penyulingan dengan air dan uap (*Water and steam distillation*)

Pada metode penyulingan ini, daun nilam diletakkan di atas rak-rak atau saringan berlubang. Ketel pada penyulingan ini air di isi sampai permukaan air tidak jauh di bawah saringan. (Geunther, 1987) menyebutkan ciri khas metode ini adalah uap selalu dalam keadaan basah, jenuh dan tidak terlalu panas; serta daun nilam yang di suling tidak terkena air panas secara langsung tetapi dengan uap. Uap air yang naik akan langsung menuju pipa kondensor untuk mengalami proses kondensasi.

(Said, 2015) menyebutkan bahwa keuntungan dari metode ini adalah uap dapat berpenetrasi secara merata ke dalam jaringan bahan dan suhu dapat dipertahankan sampai 100°C, dan lama penyulingan relatif singkat serta rendemen minyak lebih banyak. Adapun skema gambar penyulingan air dan uap (*Water and steam distillation*) dapat dilihat pada gambar 2.3.



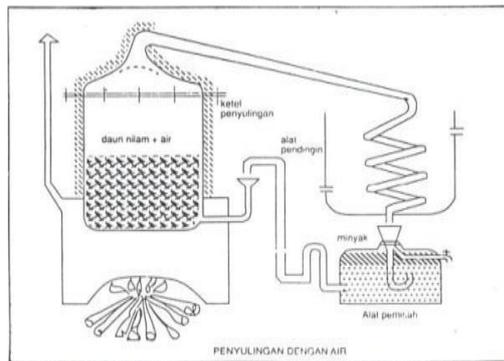
Gambar 2. 2 Penyulingan Air dan Uap (Santoso, 1990)

2. Penyulingan menggunakan air (*Water distillation*)

Penyulingan dengan air, metode ini bahan yang akan disuling berkontak langsung dengan air mendidih. Pada metode menggunakan air, seluruh bahan atau daun nilam terisi oleh air, dapat dipenetrasi secara berkelanjutan. Prinsip kerja penyulingan ini adalah ketel di isi air sampai volumenya hampir separuh, lalu dipanaskan. Sebelum air mendidih, bahan baku dimasukkan ke dalam ketel penyulingan, sehingga penguapan air dan minyak atsiri berlangsung secara bersamaan. (Harahap dan, Dewantoro dan Alfariji, 2019)

Dalam penyulingan dengan air, kecepatan penyulingan perlu dipertahankan, karena dengan mengatur kecepatan penyulingan, maka tumpukan daun nilam dalam ketel penyulingan dapat dipertahankan dalam keadaan cukup longgar, sehingga menjamin kelangsungan penetrasi uap ke dalam bahan dan dapat menguapkan minyak atsiri.

Keuntungan dari sistem ini yaitu baik digunakan untuk menyuling bahan yang mudah merekat dan membentuk gumpalan besar yang kompak jika kena uap panas, sehingga uap tidak dapat berpenetrasi ke dalam bahan. Sedangkan kelemahannya adalah tidak baik digunakan untuk bahan-bahan yang mempunyai an fraksi sabun, bahan yang larut dalam air dan bahan yang sedang disuling dapat hangus jika suhu tidak diawasi (Santoso, 1990). Adapun skema gambar penyulingan dengan air (*Water destillation*) dapat dilihat pada gambar 2.4



Gambar 2. 3 Penyulingan Dengan Air (Santoso, 1990)

3. Penyulingan dengan uap langsung (*Steam destillation*)

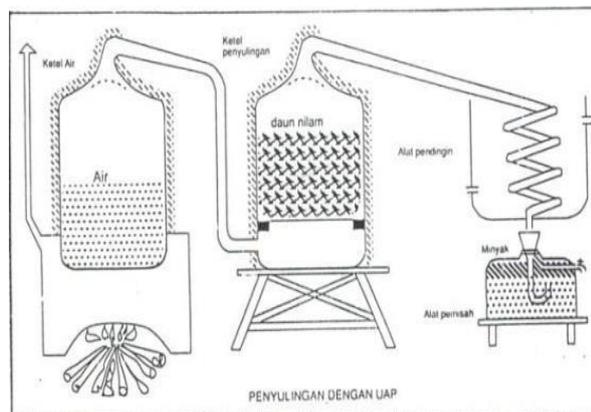
Pada penyulingan ini, air tidak diisikan dalam ketel bersama daun nilam. Uap yang digunakan adalah uap jenuh atau uap kelewat panas pada tekanan lebih dari 1 atmosfer, dihasilkan dari ketel uap yang letaknya terpisah, dan kemudian dialirkan ke dalam tumpukan bahan di dalam ketel (Geunther, 1987)

Penyulingan dengan uap merupakan cara paling modern dari kedua penyulingan yang lain. Prinsip kerja penyulingan dengan uap hampir sama dengan metode air dan uap, namun antara ketel uap dan ketel penyulingan harus terpisah. Pada penyulingan dengan uap, dengan penurunan tekanan uap di dalam ketel (dari tekanan tinggi ke tekanan rendah), maka uap tersebut akan berubah menjadi uap kelewat panas. Dalam penyulingan ini terdapat dua faktor yaitu;

1. Suhu daun nilam tidak tetap pada titik didih air, tetapi meningkat sehingga mencapai suhu kelewat panas.

2. Uap kelewat panas cenderung mengeringkan daun nilam dan mengurangi kecepatan penguapan minyak atsiri

Partikel-partikel minyak pada bahan baku terbawa bersama uap dan dialirkan ke alat pendingin. Selanjutnya, dialirkan ke alat pemisah (Harahap, Dewantoro, & Alfajri, 2019). Penyulingan minyak atsiri dengan uap memerlukan biaya yang cukup besar, karena harus disiapkan 2 ketel dan sebagian besar peralatan terbuat dari *stainless steel* dan *mildsteel*. Meskipun memerlukan biaya yang besar, kualitas minyak atsiri yang dihasilkan memang jauh lebih sempurna dibandingkan dengan kedua cara lainnya, sehingga harga jualnya pun jauh lebih tinggi (Harahap, Dewantoro, & Alfajri, 2019). Ada pun gambar penyulingan dengan uap (*Steam distillation*) dapat di lihat pada gambar 2.5.



gambar 2. 4 Penyulingan Dengan Uap (Santoso, 1990)

2.4 Ketel Perebusan (*Boiler*)

Ketel merupakan bejana tertutup dimana panas pembakaran dialirkan ke air sampai terbentuk air panas atau steam berupa energi kerja. Air adalah media yang berguna dan murah untuk mengalirkan panas ke suatu proses. Air panas atau steam pada tekanan dan suhu tertentu mempunyai nilai energi yang kemudian digunakan untuk mengalirkan panas dalam bentuk energi kalor ke suatu proses. Jika air dididihkan sampai menjadi steam, maka volumenya akan meningkat sekitar 1600 kali, menghasilkan tenaga yang menyerupai bubuk mesiu yang mudah meledak, sehingga sistem boiler merupakan peralatan yang harus dikelola dan dijaga dengan sangat baik.

Untuk mencapai kualitas minyak nilam yang optimal, ketel penyulingan (ekstraktor) atau Retort, harus terbuat dari bahan yang tidak menyebabkan kontaminasi pada nilam. Berikut adalah hirarki material yang baik :

1. *Glass/Pyrex* (untuk skala laboratorium)
2. Material *Pharmaceutical Grade* (*Stainlesssteel* AISI 304)
3. Material *Food Grade* (*Stainlesssteel* AISI 344)
4. Material *Mild Mild Steel Galvanized*
5. Material *Mild Steel*

Material yang baik digunakan adalah material No.3 yaitu material *Food Grade* yang terbuat dari *stainlesssteel* standar AISI 304. Pemasangan thermometer, pressure gauge dan safety valve juga sangat penting mengingat Ketel uap merupakan peralatan bejana bertekanan (*Vassel Pressure*). Thermometer dan pressure gauge adalah untuk kontrol proses sedangkan *safety valve* lebih dominan untuk keselamatan kerja.



Gambar 2. 5 Ketel perebusan (*boiler*)

2.5 Ketel Kondensor

Kondensor adalah suatu alat yang terdiri dari jaringan pipa dan digunakan untuk mengubah uap menjadi zat cair (air). Dapat juga di artikan sebagai alat penukar kalor (Panas) yang berfungsi untuk mengkondensasikan fluida. Proses perubahan uap menjadi cair kondensasi berlangsung di dalam bak, dimana fluida uap di dalam pipa sedangkan fluida dingin berada di luar pipa atau di dalam ketel. Kondensor merupakan komponen pendingin yang sangat penting bagi mesin destilasi untuk memaksimalkan hasil atau rendemen. Pada ketel kondensor terdapat pipa (*tube*) untuk mengalirkan zat cari dari ketel perebusan menuju separator. Adapun beberapa jenis pipa (*tube*) yang sering digunakan pada proses destilasi :

1. Bentuk alur berliku

Pipa penyulingan ini di buat dengan alur berliku-liku dengan arah vertikal.

2. Bentuk alur spiral

Pipa penyulingan ini dibuat dengan alur spiral atau lingkaran yang tersusun menurun dalam tangki kondensor.

3. Bentuk alur zig-zag

Pipa penyulingan ini dibuat dengan alur zig-zag yang tersusun menurun kebawah dalam tangki kondensor.



Gambar 2. 6 *Ketel Kondensor*

2.6 Seperator

Seperator adalah tabung bertekanan tinggi yang digunakan untuk memisahkan liquid dan gas (dua fasa) atau memisahkan gas, minyak dan air (tiga fasa). Seperator bekerja dengan gaya pemisahan fluida dengan densitas, dimana fluida lebih ringan akan berada diatas sedangkan fluida yang masanya lebih berat akan berada dibawah. Umumnya seperator terdiri atas dua jenis yakni seperator horizontal dan seperator vertikal. Untuk produksi dari sumur minyak diproses dalam seperator vertikal sedangkan untuk produksi dari sumur gas sangat sesuai untuk diproses dalam seperator horizontal. Hal ini disebabkan karena seperator horizontal memiliki daerah pemisah yang lebih luas dan panjang dibanding seperator vertikal (Azka Roby Antari, Rizki Bahari 2016).

2.7 Arduino Uno

Arduino adalah sebuah jenis papan (*board*) yang berisi sebuah mikrokontroler yang berfungsi *open-source electronic prototyping platform* berbasis pada perangkat keras dan perangkat lunak yang fleksibel dan mudah digunakan. Mikrokontroler berbeda dari mikriprosesor serba guna yang digunakan pada PC, karena sebuah mikrokontroler umumnya berisi komponen pendukung sistem minimal mikroprosesor, yakni memori dan antar muka I/O.



Gambar 2. 7 *Arduino Uno*

2.7.1 Aplikasi Arduino IDE

Arduino Ide (*Integrated Development Environment*) adalah sebuah perangkat lunak yang dirancang khusus untuk memprogram mikrokontroler Arduino. Arduino IDE adalah aplikasi perangkat lunak (*Software*) yang digunakan unutm membuat sketsa pemrograman pada papan (*board*) arduino uno. Arduino IDE pada umumnya berguna untuk mengedit, membuat dan meng-upload ke papan yang ditentukan. Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA, yang dilengkapi dengan *library* C/C++ (*wiring*), yang membuat operasi (*input / output*) lebih mudah.



Gambar 2. 8 *Arduino IDE*

2.8 Efisiensi sistem destilasi

Efisiensi sistem destilasi penyulingan merupakan nilai perbandingan antara massa total bahan akhir (*output*) dari sistem dengan massa total bahan awal (*input*) yang masuk ke dalam sistem. Massa bahan awal merupakan (Air dan Daun nilam) yang digunakan selama penyulingan dengan perbandingan massa total akhir (Air dan Daun nilam) yang telah digunakan selama penyulingan.

Energi yang masuk ke dalam sistem merupakan energi yang berasal dari bahan bakar sedangkan energi yang keluar dari sistem adalah energi yang diserap oleh air pendingin pada bagian kondensor.

$$\text{Efisiensi destilasi} = \frac{\text{output}}{\text{input}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

Output : Massa total bahan akhir

Input : Massa total bahan awal

2.9 Rendemen

Rendemen merupakan perbandingan antara hasil minyak atsiri yang diperoleh (*output*) pada saat penyulingan dengan bahan baku yang akan di suling (*input*) yang dinyatakan dengan persen (%). Semakin besar nilai rendemen yang diperoleh , maka semakin besar hasil (*output*) yang diperoleh. Rumus yang digunakan untuk menghitung rendemen adalah :

$$\text{Rendemen} = \frac{M_m}{M_D} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

M_m : Massa minyak atsiri (kg)

M_D : Massa awal daun nilam (kg)

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat

Adapun tempat pelaksanaan penelitian tugas akhir ini dilaksanakan di Lab fakultas teknik jalan Kapten Muchtar Basri No. 108-112, glugur darat II, Medan timur.

3.1.2 Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian dan kegiatan pengujian ini dilakukan mulai dari tanggal disahkannya usulan judul oleh Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara seperti yang tertera pada tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3. 1 Jadwal dan Kegiatan Saat Melakukan Penelitian

No	Kegiatan	Bulan						
		1	2	3	4	5	6	7
1.	Pengajuan judul	■						
2.	Studi Literatur		■					
3.	Penulisan Laporan			■				
4.	Seminar Proposal				■			
5.	Pengambilan Data dan Menganalisa					■		
6.	Penulisan Laporan Akhir						■	
7.	Seminar Hasil dan Sidang Serjana							■

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat Penelitian

Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Sensor suhu air tipe Dallas DS18B20

Sensor suhu air (*Temperature*) tipe Dallas DS18B20 merupakan sensor digital yang memiliki 12-bit ADC internal, dengan tegangan sebesar 5 Volt dan dapat merasakan perubahan suhu dari -10C – 125C. Sensor ini juga memiliki akurasi 0,5 serajat celcius serta bekerja menggunakan protokol komunikasi 1-wire (*one-wire*) .



Gambar 3. 1 Sensor suhu tipe Dallas DS18B20

2. Arduino Uno

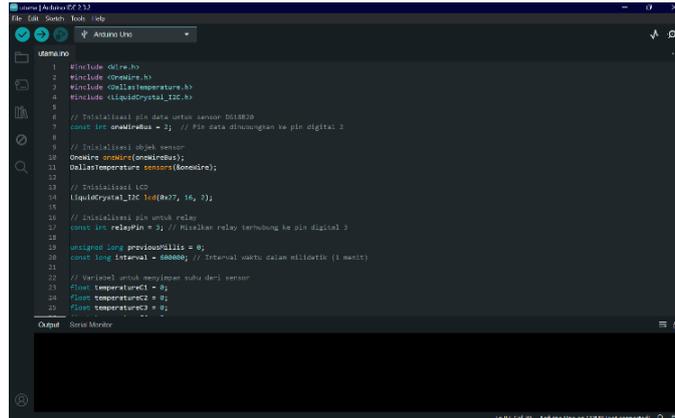
Arduino Uno adalah sebuah board mikrokontroler yang berbasis Atmega328, memiliki 14 pin input/output yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 6 analog input, crystal osilator 16 MHz, port USB, power jack, ICSP header, dan sebuah tombol reset. Arduino uno berfungsi untuk memerintah alat yang bekerja dan mati sesuai yang diperintahkan.



Gambar 3. 2 Arduino Uno

3. Aplikasi Arduino Ide

Arduino Ide (*Integrated Development Environment*) adalah sebuah perangkat lunak yang dirancang khusus untuk memprogram mikrokontroler Arduino. Dengan menggunakan Arduino Ide pengguna dapat menulis, mengedit, dan memvalidasi kode programan yang diunggah ke papan Arduino. Arduino Ide menggunakan bahas programan java dan mendukung sketsa dengan eksistensi file .ino.



Gambar 3. 3 Aplikasi Arduino Ide

4. Elemen Pemanas Air (*Heater Water*)

Heater merupakan alat energi panas utama yang digunakan, dengan mengubah energi listrik menjadi energi panas, water heater memiliki fungsi sebagai pemanas air. Alat ini bekerja dengan mengubah suhu air dari normal menjadi panas.



Gambar 3. 4 Elemen Pemanas Air

5. *Stopwatch*

Mengukur lamanya waktu yang diperlukan dalam proses pengolahan daun nilam. Adapun stopwatch yang digunakan dengan spesifikasi seperti yang terlihat di gambar 3.4.



Gambar 3. 5 Stopwatch

6. Gelas Ukur 100 ml.

Gelas ukur yang berbahan kaca yang berfungsi untuk mengukur dan menakar hasil volume cairan minyak nilam dari hasil proses destilasi.\



Gambar 3. 6 Gelas Ukur 100 ml

7. Timbangan

Timbangan pada penelitian yang berfungsi untuk menimbang massa daun nilam sejumlah 5 kg, 4 kg, 3 kg.



Gambar 3. 7 Timbangan

8. Pompa Air

Pompa air adalah alat untuk memindahkan fluida dari satu tempat ke tempat lain yang bekerja atas dasar mengkonversikan energi mekanik menjadi energi kinetik. Pada umumnya pompa digerakan oleh motor, mesin ataupun sejenisnya.



Gambar 3. 8 Pompa air

<https://birdbody.blogspot.com/2015/11/memilih-pompa-air-listrik.html>

3.2.2 Bahan Penelitian

Adapun bahan pada penelitian ini adalah:

1. Daun Nilam

Daun Nilam sebagai bahan baku utama yang digunakan untuk diambil minyaknya.



Gambar 3. 9 Daun Nilam

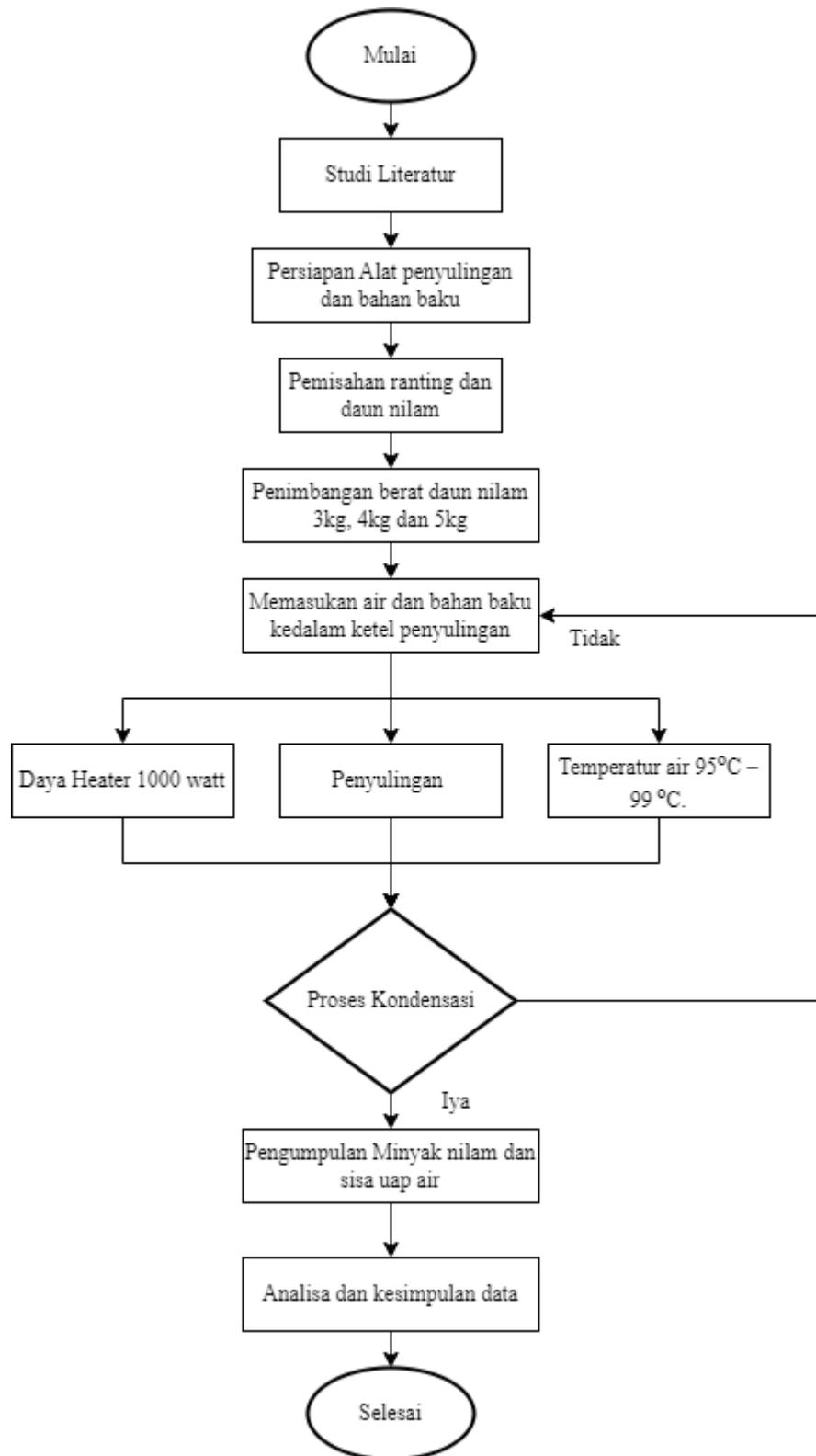
2. Air

Air digunakan untuk penyulingan pada bagian ketel untuk menguapkan air dan minyak dan juga pada bagian kondensor fungsi air adalah mengurangi tekanan uap panas.



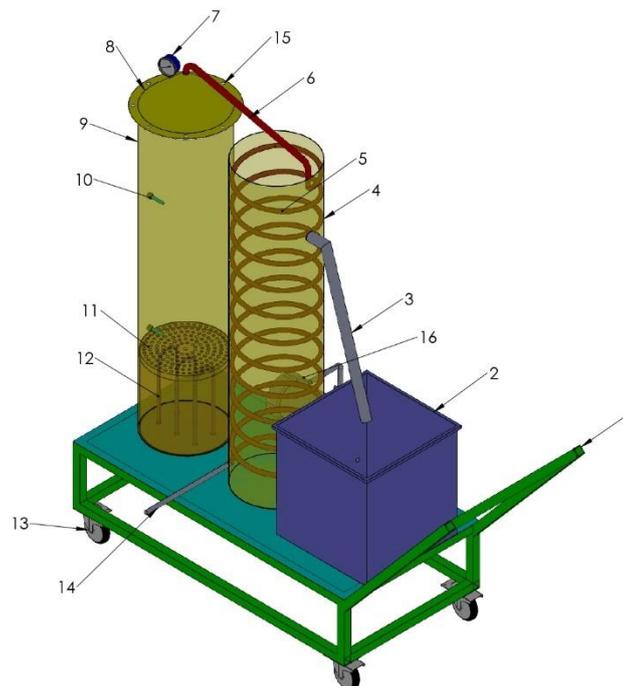
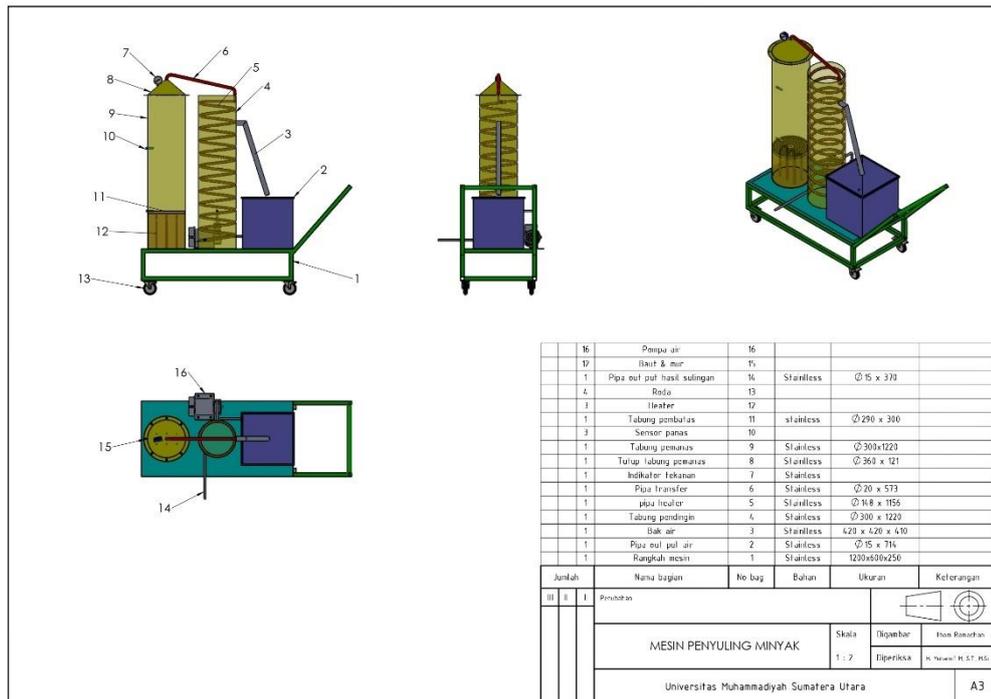
Gambar 3. 10 Air

3.3 Bagan Alir Penelitian

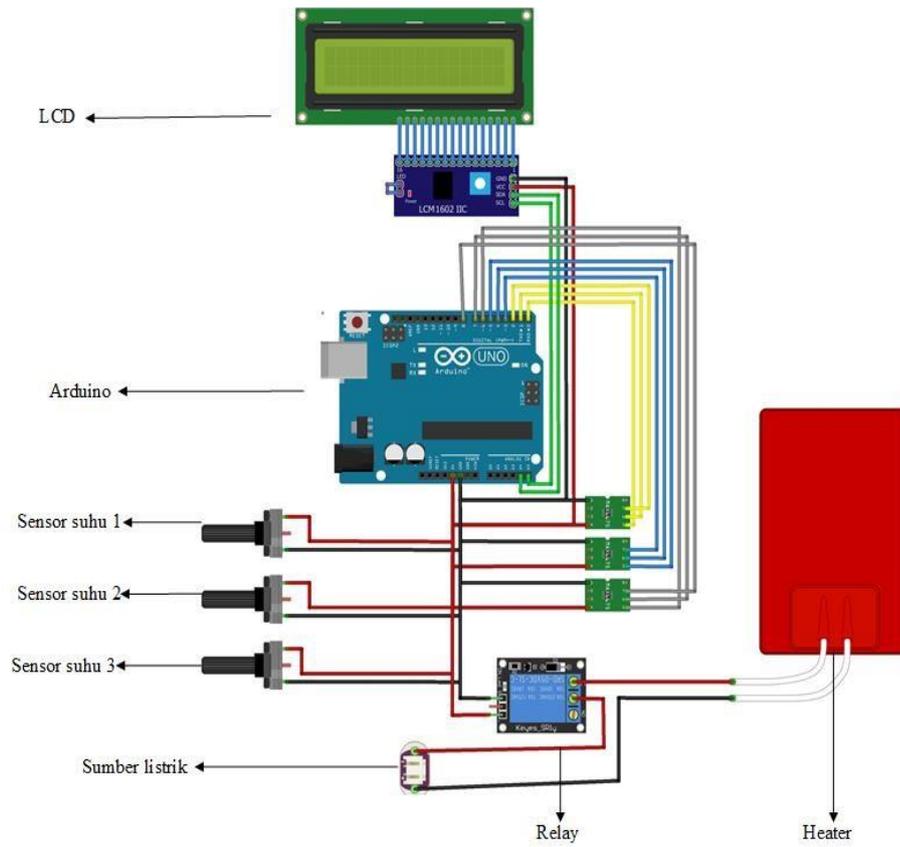


Gambar 3. 11 Bagan Alir

3.4 Sketsa Alat Penyulingan dan Rancangan sistem kontrol



Gambar 3. 12 Sketsa Alat Penyulingan



Gambar 3. 13 Sketsa Sistem Kontrol

3.5 Prosedur Penelitian

1. Persiapan destilator penyulingan dan bahan baku (Daun nilam).



Gambar 3. 14 Alat Penyulingan

2. Memisahkan daun dan ranting nilam.



Gambar 3. 15 Ranting dan daun nilam

3. Mengisi air kedalam ketel dan kondensor penyulingan.



Gambar 3. 16 Pengisian Air

4. Menimbang berat daun nilam dengan masing- masing beart 3 kg, 4 kg, 5kg.



Gambar 3. 17 Berat daun nilam

5. Memasukan daun nilam kedalam ketel perebusan.



Gambar 3. 18 Memasukan daun nilam ke dalam ketel

6. Meletakkan OWS (*oil water separator*) dibawah kondensor.



Gambar 3. 19 Peletakan OWS

7. Menunggu sampai tetesan air dan minyak keluar melewati OWS.



gambar 3. 20 Tetesan minyak nilam

8. Menimbang minyak atsiri yang diperoleh melalui neraca analitik.
9. Menganalisis dan mengkategorikan minyak nilam yang dihasilkan dengan variasi massa yang sudah ditentukan
10. Membuat kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

3.6 Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan untuk menganalisa Efisiensi ketel dan hasil rendemen pada destilator P2 TN-MA menggunakan sistem kontrol Arduino Uno adalah dengan cara menghitung bahan baku yang digunakan dan hasil Minyak atsiri yang didapatkan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Spesifikasi dan Data Aktual Penelitian

Pada bab ini akan di jabarkan tentang analisis dan perhitungan Efiseinsi dan Rendemen dalam pengolahan daun nilam menjadi minyak atsiri. Data yang diambil adalah data spesifikasi dan data aktual dilapangan.

4.1.1 Data Spesifikasi Pada Penelitian.

Tabel 4. 1 Data Spesifikasi Pada Penelitian

Data Spesifikasi	
Bahan	Massa Berat
Daun Nilam (1)	3 kg
Daun Nilam (2)	4 kg
Daun Nilam (3)	5 kg
Massa Air Awal dalam Ketel	21 Liter
Massa Minyak Nilam 3 kg	40 g (43 ml)
Massa Minyak Nilam 4 kg	51 g (56 ml)
Massa Minyak Nilam 5 kg	65 g (68 ml)
Air Kondensat Nilam 3 kg	5,50 liter \approx 5.500 gram
Air Kondensat Nilam 4 kg	6 liter \approx 6.000 gram
Air Kondensat Nilam 5 kg	6,5 liter \approx 6.500 gram
Waktu Proses Hasil Penyulingan	6 jam
Massa Air Akhir dalam ketel (1)	15.50 Liter
Massa Air Akhir dalam ketel (2)	15 Liter
Massa Air Akhir dalam ketel (3)	14,50 Liter
Massa Nilam Akhir 1	2.650 gr
Massa Nilam Akhir 2	3.550 gr
Massa Nilam Akhir 3	4.575 gr

4.1.2 Data Aktual Perhitungan Efisiensi dan Rendemen

Penelitian 1

Input :

Diketahui :

Daun nilam = 3 kg

Air = jumlah air pada ketel 21 liter.

Untuk mengetahui jumlah massa pada berat air pada ketel, maka akan menggunakan :

$$\text{Dik} : \rho_{\text{air}} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$V_{\text{air}} = 0,021000 \text{ m}^3 \approx 21.000 \text{ cm}^3$$

$$\text{Dit} : M_{\text{air}} = ?$$

$$\text{Jawab} : \rho_{\text{air}} = M_{\text{air}} / V_{\text{air}}$$

$$\begin{aligned} M_{\text{air}} &= \rho_{\text{air}} \times V_{\text{air}} \\ &= 1000 \times 21000 \text{ cm}^3 \\ &= 21 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Jadi total input} = (3 \text{ kg} + 21 \text{ kg})$$

$$= 24 \text{ kg} \approx 24.000 \text{ gram}$$

Sesuai dengan tujuan dalam perancangan dalam proses pengolahan 3 kg daun nilam dimana *input* = *output* akan menghasilkan 24 kg daun nilam.

Output :

Setelah melalui proses penyulingan maka diperoleh Minyak Nilam dan Air, lalu dipisahkan sehingga menghasilkan :

$$\text{Minyak Nilam} = 43 \text{ ml} \approx 40 \text{ gram}$$

$$\text{Air} = 5,50 \text{ liter} \approx 5,50 \text{ kg} \approx 5.500 \text{ gram}$$

$$\text{Minyak Nilam} + \text{Air} = 40 \text{ gram} + 5.500 \text{ gram}$$

$$\text{Total minyak nilam} + \text{air} = 5.540 \text{ gram}$$

Massa Sisa Destilasi :

Setelah melakukan proses penyulingan hasil minyak atsiri daun nilam tidak sesuai dengan targetan, namun massa sisa proses penyulingan masih terkumpul di ketel perebusan walaupun sudah sesuai dengan prosedur, di mana dapat di jelaskan sebagai berikut :

Massa sisa pada ketel penyulingan :

Air sisa = 15,50 liter \approx 15,50 kg \approx 15.500 gram

Daun nilam sisa = 2.650 gram (di diamkan selama 24 jam)

Air + Daun nilam = 15.500 gram + 2.650 gram

Total Air + Daun nilam = 18.150 gram

Untuk mengetahui persentase efisiensi dan rendemen dari proses penyulingan pengolahan daun nilam, sebagai berikut :

Efisiensi pada Destilator penyulingan :

Efisiensi penyulingan = $\frac{\text{output (massa total bahan akhir)}}{\text{input (massa total bahan awal)}} \times 100\%$

Efisiensi penyulingan = $\frac{5.540}{24.000} \times 100\%$

Efisiensi penyulingan = 23,08 %

Rendemen pada Daun Nilam ;

Rendemen = $\frac{\text{output (massa total minyak yang dihasilkan)}}{\text{input (massa total bahan baku yang digunakan)}} \times 100\%$

Rendemen = $\frac{40 \text{ gram}}{3000} \times 100\%$

Rendemen = 1,33 %

Rendemen minyak nilam :

Rendemen minyak nilam (%) = $\frac{\text{volume minyak nilam}}{\text{volume kondensat}} \times 100\%$

Rendemen minyak nilam (%) = $\frac{43 \text{ ml}}{5,50 \text{ liter}} \times 100\%$

Rendemen minyak nilam (%) = 0,78 %

Penelitian 2

Input :

Diketahui :

Daun nilam = 4 kg

Air = jumlah air pada ketel 21 liter.

Untuk mengetahui jumlah massa pada berat air pada ketel, maka akan menggunakan :

Dik : $\rho_{\text{air}} = 1000 \text{ kg/m}^3$

$V_{\text{air}} = 0,021000 \text{ m}^3 \approx 21.000 \text{ cm}^3$

Dit : $M_{\text{air}} = ?$

Jawab : $\rho_{\text{air}} = M_{\text{air}} / V_{\text{air}}$

$M_{\text{air}} = \rho_{\text{air}} \times V_{\text{air}}$

$= 1000 \times 21000 \text{ cm}^3$

$= 21 \text{ kg}$

Jadi total input = (4 kg + 21 kg)

$= 25 \text{ kg} \approx 25.000 \text{ gram}$

Sesuai dengan tujuan dalam perancangan dalam proses pengolahan 3 kg daun nilam dimana *input* = *output* akan menghasilkan 24 kg daun nilam.

Output :

Setelah melalui proses penyulingan maka diperoleh Minyak Nilam dan Air, lalu dipisahkan sehingga menghasilkan :

Minyak Nilam = 56 ml \approx 51 gram

Air = 6 liter \approx 6 kg \approx 6.000 gram

Minyak Nilam + Air = 51 gram + 6.000 gram

$$\text{Total minyak nilam + air} = 6.051 \text{ gram}$$

Massa Sisa Destilasi :

Setelah melakukan proses penyulingan hasil minyak atsiri daun nilam tidak sesuai dengan targetan, namun massa sisa proses penyulingan masih terkumpul di ketel perebusan walaupun sudah sesuai dengan prosedur, di mana dapat di jelaskan sebagai berikut :

Massa sisa pada ketel penyulingan :

$$\text{Air sisa} = 15 \text{ liter} \approx 15 \text{ kg} \approx 15.000 \text{ gram}$$

$$\text{Daun nilam sisa} = 3.550 \text{ gram (di diamkan selama 24 jam)}$$

$$\text{Air + Daun nilam} = 15.000 \text{ gram} + 3.550 \text{ gram}$$

$$\text{Total Air + Daun nilam} = 18.550 \text{ gram}$$

Untuk mengetahui persentase efisiensi dan rendemen dari proses penyulingan pengolahan daun nilam, sebagai berikut :

Efisiensi pada Destilator penyulingan :

$$\text{Efisiensi penyulingan} = \frac{\text{output (massa total bahan akhir)}}{\text{input (massa total bahan awal)}} \times 100\%$$

$$\text{Efisiensi penyulingan} = \frac{6.051}{25.000} \times 100\%$$

$$\text{Efisiensi penyulingan} = 24,20 \%$$

Rendemen pada Daun Nilam ;

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{output (massa total minyak yang dihasilkan)}}{\text{input (massa total bahan baku yang digunakan)}} \times 100\%$$

$$\text{Rendemen} = \frac{51 \text{ gram}}{4000} \times 100\%$$

$$\text{Rendemen} = 1,275 \%$$

Rendemen minyak nilam :

$$\text{Rendemen minyak nilam (\%)} = \frac{\text{volume minyak nilam}}{\text{volume kondensat}} \times 100\%$$

$$\text{Rendemen minyak nilam (\%)} = \frac{56 \text{ ml}}{6 \text{ liter}} \times 100\%$$

$$\text{Rendemen minyak nilam (\%)} = 0,93 \%$$

Penelitian 3

Input :

Diketahui :

Daun nilam = 5kg

Air = jumlah air pada ketel 21 liter.

Untuk mengetahui jumlah massa pada berat air pada ketel, maka akan menggunakan :

$$\text{Dik} : \rho_{\text{air}} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$V_{\text{air}} = 0,021000 \text{ m}^3 \approx 21.000 \text{ cm}^3$$

$$\text{Dit} : M_{\text{air}} = ?$$

$$\text{Jawab} : \rho_{\text{air}} = M_{\text{air}} / V_{\text{air}}$$

$$M_{\text{air}} = \rho_{\text{air}} \times V_{\text{air}}$$

$$= 1000 \times 21000 \text{ cm}^3$$

$$= 21 \text{ kg}$$

$$\text{Jadi total input} = (5\text{kg} + 21 \text{ kg})$$

$$= 26 \text{ kg} \approx 26.000 \text{ gram}$$

Sesuai dengan tujuan dalam perancangan dalam proses pengolahan 3 kg daun nilam dimana *input* = *output* akan menghasilkan 24 kg daun nilam.

Output :

Setelah melalui proses penyulingan maka diperoleh Minyak Nilam dan Air, lalu dipisahkan sehingga menghasilkan :

Minyak Nilam = 68 ml \approx 65 gram

Air = 6,5 liter \approx 6,5 kg \approx 6.500gram

Minyak Nilam + Air = 65 gram + 6.500 gram

Total minyak nilam + air = 6.565 gram

Massa Sisa Destilasi :

Setelah melakukan proses penyulingan hasil minyak atsiri daun nilam tidak sesuai dengan targetan, namun massa sisa proses penyuligan masih terkumpul di ketel perebusan walaupun sudah sesuai dengan prosedur, di mana dapat di jelaskan sebagai berikut :

Massa sisa pada ketel peyuligan :

Air sisa = 14,50 liter \approx 14,50 kg \approx 14.500 gram

Daun nilam sisa = 4.575 gram (di diamkan selama 24 jam)

Air + Daun nilam = 14.500 gram + 4.575 gram

Total Air + Daun nilam = 19.075 gram

Untuk mengetahui persentase efiseinsi dan rendemen dari proses penyulingan pengolahan daun nilam, sebagai berikut :

Efiseinsi pada Destilator penyulingan :

$$\text{Efiseinsi penyulingan} = \frac{\text{output (massa total bahan akhir)}}{\text{input (massa total bahan awal)}} \times 100\%$$

$$\text{Efisiensi penyulingan} = \frac{6565}{26.000} \times 100\%$$

$$\text{Efiseinsi penyulingan} = 25,25 \%$$

Rendemen pada Daun Nilam ;

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{output (massa total minyak yang dihasilkan)}}{\text{input (massa total bahan baku yang digunakan)}} \times 100\%$$

$$\text{Rendemen} = \frac{685 \text{ gram}}{5000 \text{ gram}} \times 100\%$$

$$\text{Rendemen} = 1,3 \%$$

Rendemen minyak nilam :

$$\text{Rendemen minyak nilam (\%)} = \frac{\text{volume minyak nilam}}{\text{volume kondensat}} \times 100\%$$

$$\text{Rendemen minyak nilam (\%)} = \frac{68 \text{ ml}}{6,50 \text{ liter}} \times 100\%$$

$$\text{Rendemen minyak nilam (\%)} = 1,04 \%$$

Setelah melakukan perhitungan dan pengumpulan data. Dari perhitungan tersebut dapat menunjukkan total perolehan hasil minyak yang di peroleh selama proses penyulingan di tiap penelitian, proses penyulingan ini menunjukkan hasil minyak yang kurang optimal dikarenakan adanya kebocoran yang terjadi di tutup ketel dan ambungan pipa spiral ke kondensor namun jika dibandingkan dengan penelitian (Zuliansyah, Susilo, & HS, 2013), yang dimana di dalam penelitian mereka menggunakan bahan baku variasi massa bahan baku 250 kg, 275 kg dan 300 kg dengan waktu penyulingan sampai 12 jam menghasilkan massa minyak nilam 4,59 – 4,6 liter. Dari penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa semakin banyak bahan baku (Daun nilam) yang digunakan semakin banyak pula hasil rendemen yang dihasilkan serta semakin lama penyulingan yang dilakukan maka minyak nilam yang dihasilkan semakin banyak pula.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Semakin banyak volume bahan baku (Daun nilam) yang digunakan maka semakin banyak rendemen yang akan dihasilkan, hal ini di buktikan dengan penelitian yang telah dilakukan penulis.
2. Untuk pemekaaian elemen pemanas (*heater*) sebaiknya disesuaikan dengan ketel penyulingan agar tidak terjadi panas yang berlebihan pada ketel saat penyulingan, karena semakin besar diameter ketel semakin besar pula elemen pemanas yang digunakan.
3. Proses penyulingan ini juga menghasilkan rendemen minyak nilam, dengan massa 3kg daun nilam menghasilkan 0,78% rendemen minyak nilam. Massa 4kg daun nilam menghasilkan 0,93% rendemen minyak nilam. Massa 5 kg daun nilam menghasilkan 1,04 % rendemen minyak nilam.

5.2 Saran

Adapun saran setelah melalukan penelitian dijelaskan sebagai berikut:

1. sebaiknya ketel perebusan dipebesar 3 kali lipat dari ketel penyulingan yang digunakan pada saat ini, agar volume bahan baku dan elemen pemanas dapat seimbang sehingga dapat digunakan untuk industri skala kecil dandapat digunakan oleh masyarakat banyak.
2. Waktu penyulingan yang hanya 5 jam termasuk kurang efisien sehingga rendemen yang dihasilkan hanya sedikit. Setidaknya waktu penyulingan 10 – 12 jam akan menghasilkan rendemen yang maksimal.
3. Bahan baku yang digunakan sebaiknya disesuaikan dengan diameter ketel yang digunakan, agar saat terjadi kondensasi uap air dan minyak nilam tidak terjebak lama di bahan baku dan diadalam ketel.

DAFTAR PUSTAKA

- Mukhtar, M., Lubis, R. W., & Mariono, N. P. S. (2023). Analisis Kesetimbangan Massa Dan Rendemen Pada Sistem Distilasi Daun Nilam Menjadi Minyak Atsiri. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 6(1), 153-158.
- Dika, D. R. (2020, Februari). Perancangan Alat Penyulingan Minyak Nilam Kondensor dan Seperator. *Jurnal Teknik Mesin, Vol. 09*, 15-23.
- Ginting, S. (2004). Pengaruh Lama Penyulingan Terhadap Rendemen Dan Mutu Minyak Atsiri Daun Sereh Wangi. *e-USU Repository*, 1-22.
- Hariyani. (2015). Pengaruh Umur Panen Terhadap Rendemen dan Kualitas Minyak Atsiri Tanaman Nilam (Pogostemon cablin Benth.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 3(3), 205-2011.
- Indriyani. (2017). Analisis Efisiensi Alat Penyulingan Minyak Nilam (Patchouly Oil) Dengan Proses Kapasitas Kering 30. *Jurnal Minyak Nilam*, 02(02), 155-170.
- Jayanudin, J. d. (2011). Proses Penyulingan Minyak Atsiri Dengan Metode Uap Berbahan Baku Daun Nilam. *Teknika: Jurnal Sains dan Teknologi*, 7(1), 67-75.
- Said. (2015). *Pemisahan Hidrosol Hasil Penyulingan Minyak Atsiri Dengan Metode Elektrolis Untuk Meningkatkan Rendemen Minyak*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia
- Santoso, H. (1990). *Bertanam Nilam, bahan industri wewangian*. jogjakarta: kanisius.
- Ketaren, S. (1975). *Minyak Atsiri*. Bogor: Dept. Teknologi Hasil Pertanian. FETAMETA IPB.
- Sumarni, Nunung, B., & Solekan. (2018). Pengaruh Volume Air Dan Berat Bahan Pada Penyulingan Minyak Atsiri. *Jurnal Teknologi*, 83-88.
- Mangun, H. (2008). *Nilam*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Jayanuddin, J., & Hartono, R. (2011). Proses Penyulingan Minyak Atsiri Dengan Metode Uap Berbahan Baku Daun Nilam. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 45-58.
- M. Luthfi, R. W. (2018). Rancang bangun Boiler dan Tangki Penguapan Minyak Atsiri Pada Mesin Destilator Dengan Metode Uap Berbahan Baku Daun Serai. *Jurnal Crankshaft*, 9-20.
- Prasetio, J. (2018). Perhitungan Kebutuhan Daya Heater Pada Kolam Pemanas Heat Pipe. *Seminar Nasional Mesin dan Industri*, 68-72.

- Saputra, Y. A. (2018). Rancang Bangun Sistem pengontrol Suhu Otomatis Destilator Bioetanol Kapasitas % Liter/Jam Berbasis Arduino Uno. *Prosiding SNATANIF Ke-5* , 673-680.
- Setiawan, D. (2012). Analisis Pipa Alur Spiral Pada Alat. *Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 116-126.
- Zuliansyah. (2013). *Uji Performa Penyulingan Tanaman Nilam Blitarm (Pogostemon Cablin, Benth) Menggunakan Boiler Di Kabupat*. Blitar : Jurusan Keteknikan Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya.
- Syauqiah, I. (2008). Analisis Pengaruh Lama Penyulingan Dan Komposisi Berbahan Baku Terhadap Rendemen Dan Mutu Minyak Atsiri Dari Daun dan Batang Nilam. *Jurnal Info Teknik*, 9(1), 21-30.
- Pujianto, H. (2012). Analisis usaha penyulingan minyak nilam (Patchouli Oil) CV. Nilam Kencana Jaya di kecamatan Bantarkawung kabupaten Brebes.
- Wijaya, C., Jayuska, A., & Alimuddin, A. H. (2015). Peningkatan Rendemen Minyak Atsiri Daun Cengkeh (*Syzygium Aromaticum*) dengan Metode Delignifikasi dan Fermentasi. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 4(4).
- Irawan, T. A. (2010). *Peningkatan Mutu Minyak Nilam dengan Ekstraksi dan Destilasi pada Berbagai Komposisi Pelarut* (Doctoral dissertation, Diponegoro University).
- Ginting, S. (2004). Pengaruh lama penyulingan terhadap rendemen dan mutu minyak atsiri daun sereh wangi.
- Mahlinda, M., Arifiansyah, V., & Supardan, M. D. (2019). Modifikasi Alat Penyuling Uap untuk Peningkatan Rendemen dan Mutu Minyak Nilam (*Pogostemon cablin Benth*). *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, 14(1), 28-35.
- Yuliana, D. A., Aswan, A., & Febriana, I. (2020). PROSES PENGAMBILAN MINYAK ATSIRI DARI TANAMAN NILAM (*Pogostemon Cablin Benth*) MENGGUNAKAN METODE MICROWAVE HYDRODISTILLATION. *KINETIKA*, 11(3), 34-39.
- NURHIDAYATI, S. (2020). *PENGARUH WAKTU DAN TEMPERATUR DISTILASI TERHADAP RENDEMEN MINYAK DAUN NILAM (Pogostemon cablin Benth) PADA METODE HYDRODISTILLATION DENGAN PEMANFAATAN GELOMBANG MIKRO* (Doctoral dissertation, POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA).
- Feriyanto, Y. E., Sipahutar, P. J., Mahfud, M., & Prihatini, P. (2013). Pengambilan minyak atsiri dari daun dan batang serai wangi (*Cymbopogon winterianus*) menggunakan metode distilasi uap dan air dengan pemanasan microwave. *Jurnal Teknik ITS*, 2(1), F93-F97.

LAMPIRAN

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Analisa Efisiensi Dan Rendemen Pada Destilator P2 TN - MA Dengan Menggunakan Sistem Kontrol Arduino Uno.

Nama : Alfi Syahri Sihombing

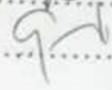
NPM : 1907230105

Dosem Pembimbing 1: Muhafnif M. S.T., M.sc.

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	30/8-2024	Revisi data	f
2.	2/8 2024	Revisi dapus	f
3.	3/8 2024	Revisi Bab 5	f
4.	4/8 2024	Revisi Bab 4	f
5.	5/8 2024	Revisi data	f
6.	6/8 2024	Revisi kesimpulan.	f
7	6/9-2024	All sudah	f

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2023 – 2024**

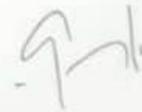
Peserta seminar : Alfi Syahri Sihombing
 Nama : 1907230105
 NPM :
 Judul Tugas Akhir : Analisa Efisiensi Dan Rendemen Pada Destilator P2 TN-MA Dengan Menggunakan Sistem Kontrol Arduino Uno

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : H. Muharnif, ST, M.Sc	: 
Pembanding – I : Dr. Sudirman Lubis, ST, MT	: 
Pembanding – II : Chandra A Siregar, ST, MT	: 

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1907230075	MUHAMMAD YUSUF	
2	1907230133	RIO Gilang Ranzilhan	
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 24 Safar 1446 H
29 Agustus 2024 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

Dosen Pembimbing Akhir : Alfi Syahri Sihombing
: 1907230105
: Analisa Efisiensi Dan Rendemen Pada Destilator P2 TN-MA Dengan Menggunakan Sistem Kontrol Arduino Uno

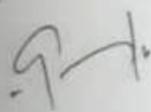
Dosen Pembimbing - I : Dr. Sudirman Lubis, ST, MT
Dosen Pembimbing - II : Chandra A Siregar, ST, MT
Dosen Pembimbing - I : H. Muharnif, ST, M.Sc

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
lembing gelas
katrol sistem penera
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

Medan, 24 Safar 1446 H
29 Agustus 2024 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pembimbing-1



Dr. Sudirman Lubis, ST, MT

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

Nama : Alfi Syahri Sihombing
NPM : 1907230105
Judul Tugas Akhir : Analisa Efisiensi Dan Rendemen Pada Destilator P2 TN-MA Dengan Menggunakan Sistem Kontrol Arduino Uno

Dosen Pembanding - I : Dr. Sudirman Lubis, ST, MT
Dosen Pembanding - II : Chandra A Siregar, ST, MT
Dosen Pembimbing - I : H. Muhamif, ST, M.Sc

KEPUTUSAN

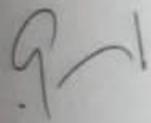
1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain : *lihat buku tugas akhir*

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

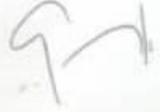
Medan 24 Safar 1446 H
29 Agustus 2024 M

Di ketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- II



Chandra A Siregar, ST, MT



Chandra A Siregar, ST, MT

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. DATA PRIBADI

Nama : Alfi Syahri Sihombing
Tempat/Tanggal Lahir : Medan/ 25 Desember 2000
Jenis kelamin : Laki - laki
Agama : Islam
Status : Belum menikah
Alamat : Jalan Garu IIA
Kel/Desa : Harjosari I
Kecamatan : Medan Amplas
Provinsi : Sumatera utara
Nomor Hp : 0822-8176-6799
E-mail : alfishb25@gmail.com
Nama Orang Tua
Ayah : Wawanuddin Sihombing
Ibu : Hartaty Matondang

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

2007-2013 : SDN 18 Belinyu
2013-2015 : SMPN 3 Belinyu
2015-2016 : SMPN Selangit
2016-2019 : SMAN Model 3 Lubuk Linggau
2019-2024 : Mengambil Program studi S1 Teknik Mesin,
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah
Sumatera Utara