

TUGAS AKHIR

ANALISIS *HEAD LOSSES* PADA SISTEM PEMIPAAN ALAT PENYULINGAN MINYAK ATSIRI KAPASITAS KETEL 5 KILOGRAM

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

Disusun Oleh:

FERDIANSYAH SINAGA
1707230098



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

Proposal penelitian Tugas Akhir ini diajukan oleh:

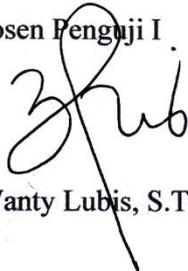
Nama : Ferdiansyah Sinaga
NPM : 1707230098
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisis *Head Losses* Pada Sistem Pemipaan Alat
Penyulingan Minyak Atsiri Kapasitas Ketel 5 Kilogram
Bidang Ilmu : Konversi Energi

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, Maret 2022

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



Riadini Wanty Lubis, S.T.,M.T

Dosen Penguji II



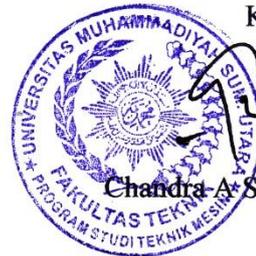
M. Yani, S.T.,M.T

Dosen Penguji III



H. Muharnif, S.T.,M.Sc

Program Studi Teknik Mesin
Ketua,



Chandra A. Siregar, S.T.,MT

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Ferdiansyah Sinaga
Tempat /Tanggal Lahir : Partimbalan/06 September 1999
NPM : 1707230098
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“Analisis *Head Losses* Pada Sistem Pemipaan Alat Penyulingan Minyak Atsiri Kapasitas Ketel 5 Kilogram”

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 pembatalan kelulusan/kesarjanaan 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, Maret 2022
Saya yang menyatakan,



Ferdiansyah Sinaga

ABSTRAK

Pada sistem pemipaan alat penyulingan minyak atsiri kapasitas ketel 5 kilogram, ada beberapa faktor yang mempengaruhi terjadinya *head losses*, yaitu : kekentalan fluida (*viscosity*), bilangan Reynold, massa jenis fluida, kecepatan fluida, jenis aliran, kekasaran bahan pipa, nilai faktor gesekan pipa, serta *fitting* dan *valve*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa *head losses* mayor dan minor Pada sistem pemipaan alat penyulingan minyak atsiri kapasitas ketel 5 kilogram. Pada instalasi ketel kapsita 5 kilogram jenis pipa yang digunakan adalah pipa *Stainless steel*, *pipa spiral* dan beberapa fitting antara lain Elbow 90°, Sambungan *sudden contraction* dan *expansion*, Langkah-langkah penelitian pada instalasi ketel kapsita 5 kilogram dimulai dari *set-up* alat uji, pengumpulan data, setelah data diperoleh maka tahapan selanjutnya menganalisa data dan menghitung apakah ada pengaruh dari berbagai *fitting* dan belokan terhadap debit yang keluar. *Head losses* yang terkecil terjadi pada percobaan 1 dan 2 sedangkan yang terbesar terjadi pada percobaan 3. Serta berbanding lurus dengan besarnya Debit air yang keluar dari instalasi ketel kapsita 5 kilogram.

Kata kunci: *Head Losses*, Minyak Atsiri, Debit, Kecepatan Aliran.

ABSTRACT

In the piping system of essential oil distillation equipment with a boiler capacity of 5 kilograms, there are several factors that influence the occurrence of head losses, namely: fluid viscosity (viscosity), Reynolds number, fluid density, fluid velocity, type of flow, roughness of pipe material, pipe friction factor value. , as well as fittings and valves. This study aims to analyze major and minor head losses in the piping system of essential oil refining equipment with a 5 kilogram boiler capacity. In the 5-kilogram capacity boiler installation, the types of pipes used are Stainless steel pipes, spiral pipes and several fittings, including 90° elbow, sudden contraction and expansion connections. data collection, after the data is obtained, the next step is to analyze the data and calculate whether there is an influence from various fittings and turns on the discharge that comes out. The smallest head losses occurred in experiments 1 and 2 while the largest occurred in experiment 3. And is directly proportional to the amount of water discharge that comes out of the 5 kilogram capacity boiler installation.

Keywords: Head Losses, Essential Oil, Discharge, Flow Velocity.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah *Subhanahu wa ta'ala* yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Agung Muhammad *ShalallahuAlaihi Wassalam* yang selalu kita nantikan syafa'atnya di akhirat nanti. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisis Head Losses Pada Sistem Pemipaan Alat Penyulingan Minyak Atsiri Kapasitas Ketel 5 Kilogram” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini, untuk ini penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak H. Muharnif S.T., M.Sc selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T dan Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T, sebagai Ketua dan Sekretaris Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik mesinan kepada penulis.
5. Orang tua penulis: Abbas Sinaga dan Dahlia Simbolon, yang telah berusaha payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
6. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Sahabat-sahabat penulis: Khoirul Latif Simamora, Ahmad Aji Syahban, Dimas Pribadi, Daffa Taupiqqurahman, Graha Pakar Wijaya, Dani Firmansyah dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu persatu.

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 pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

Medan, Maret 2022

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ferdiansyah Sinaga', written in a cursive style.

Ferdiansyah Sinaga

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Sejarah Minyak Atsir	4
2.2. Daun Nilam	5
2.3. Ketel Penyulingan	7
2.3.1. <i>Stainless Steel</i>	8
2.4. Komponen Ketel Penyulingan	9
2.5. Debit Aliran Fluida	12
2.6. Kecepatan Aliran Fluida	13
2.7. Bilangan Reynolds	13
2.8. Persamaan kontinuitas	14
2.9. Head Loss	16
2.9.1. Head Losses Mayor	17
2.9.2. Head Losses Minor	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	21
3.1.1. Tempat	21
3.1.2. Waktu Penelitian	21
3.2. Alat dan Bahan	22
3.2.1. Alat	23
3.2.2. Bahan	25
3.3. Diagram Alir	27
3.4. Sketsa Alat Penyulingan Minyak Atsiri	28
3.5. Prosedur Penelitian	29

BAB IV HASIL DAN ANALISA DATA	
4.1 Data Hasil Pengujian	33
4.2 Perhitungan instalasi ketel	33
4.2.1. Luas Penampang Pipa	33
4.2.2. Luas Penampang Papa Spiral	34
4.3 Debit	34
4.4 Kcepatan aliran	34
4.5 Bilangan Reynold	37
4.6 Koefisien mayor losses	38
4.7 Koefisien minor losses	40
4.8 Perhitungan head losses pada instalsi ketel	42
4.8.1 Perhitungan head losses percobaan 1	42
4.8.2 Perhitungan head losses percobaan 2	44
4.8.3 Perhitungan head losses percobaan 3	45
4.9 Hasil data <i>head losses</i>	48
4.10 Hasil minyak atsiri	52
BAB V HASIL DAN ANALISA DATA	
5.1 Kesimpulan	54
5.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Angka bilangan reynold	14
Tabel 2.2 Sifat-sifat fisika Air	15
Tabel 2.3 Sifat-sifat uap air	16
Tabel 2.4 <i>Changes in cross section</i>	19
Table 2.5 <i>Loss Coefficients for Pipe Components</i>	20
Tabel 3.1 Jadwal dan kegiatan saat melakukan penelitian	21
Tabel 4.1 Data hasil penelitian	33
Tabel 4.2 Koefisien minor <i>losses</i> pipa	40
Tabel 4.3 Koefisien minor <i>losses</i> pipa spiral	42
Tabel 4.4 Hasil analisa data	48
Tabel 4.5 Hasil minyak nilam	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Alat Penyulingan tradisional	5
Gambar 2.2 Daun Nilam	6
Gambar 2.3 Ketel <i>Stainless Steel</i>	8
Gambar 2.4 <i>Stainless Steel</i>	9
Gambar 2.5 wadah air penghasil minyak	10
Gambar 2.6 pipa aliran uap	10
Gambar 2.7 Kondensor	11
Gambar 2.8 Pipa Spiral (<i>Heat exchanger</i>)	11
Gambar 2.9 Siklus bak air	12
Gambar 2.10 Skema Aliran Dalam Pipa	14
Gambar 3.1 Sketsa Titik-Titik Penelitian Pada Alat Penyulingan	22
Gambar 3.2 Thermometer	23
Gambar 3.3 Stopwatch	23
Gambar 3.4 Timbangan	24
Gambar 3.5 Drum 40 liter	24
Gambar 3.6 Termokopel	25
Gambar 3.7 Gelas ukur 100 ml	25
Gambar 3.8 Daun Nilam	26
Gambar 3.9 Air	26
Gambar 3.10 Gas LPG 3 Kg	26
Gambar 3.11 Diagram Alir	27
Gambar 3.12 Sketsa Alat Penyulingan Minyak Atsiri	28
Gambar 3.13 Ketel dan Tungku	29
Gambar 3.14 pengisian air pada ketel	29
Gambar 3.15 Bak air dan kondensor	29
Gambar 3.16 Memasang saringan	30
Gambar 3.17 Memasukan daun nilam	30
Gambar 3.18 Penutup ketel	30
Gambar 3.19 Pipa ketel ke pipa spiral	31
Gambar 3.20 Penyalaan api	31
Gambar 3.21 Air keluar dari pipa kondensor	31
Gambar 3.22 Hasil minyak nilam	32
Gambar 4.1 Gambar <i>solidwork</i> pipa spiral	41
Gambar 4.2 Gambar sketsa <i>solidwork</i> pipa spiral	41
Gambar 4.3 Grafik hubungan mayor <i>losses</i> terhadap debit	49
Gambar 4.4 Grafik hubungan minor <i>losses</i> terhadap debit	50
Gambar 4.5 Grafik hubungan <i>losses</i> total terhadap debit	51
Gambar 4.6 Grafik hubungan hasil minyak atsir terhadap volume air	53

DAFTAR NOTASI

Simbol	Besaran	Satuan
Q	Debit	m ³ /detik
V	Volume	m ³
t	Waktu	s
v	Kecepatan Aliran	m/s
A	Luas Penampang Pipa	m ²
Re	Bilangan Reynold	
D	Diameter	m
μ	Viskositas Kinematik	m ² /s
ρ	Massa Jenis	kg/m ³
f	Koefisien Gesek	
H _{Lmayor}	<i>Head Losses</i> Mayor	m
H _{Lminor}	<i>Head Losses</i> Minor	m
g	Percepatan Gravitasi	m/s ²
C	Koefisien Hazen William	

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu Negara penghasil minyak atsiri yang cukup penting di dunia.(Schaduw et al., 2012) Alam Indonesia sangat kaya dengan tumbuh-tumbuhan yang mengandung minyak atsiri. Minyak atsiri dapat dihasilkan dari berbagai bagian tanaman seperti akar,batang,ranting,daun,bunga, ataupun buah. jenis tanaman penghasil minyak atsiri didunia ada sekitar 150-200 spesies dan di Indonesia terdapat 40 jenis tanaman penghasil minyak atsiri, yaitu salah satunya tanaman nilam (*Pogostemon Cablin Benth*)(Sukmajaya A. P. T. et al., 2012). Tanaman Nilam berbentuk perdu berdaun banyak dan termasuk suku Labiatae. Minyak atsiri yang dihasilkan dari tanaman nilam disebut minyak nilam (*Patchouli Oil*).

Minyak atsiri pada tanaman Nilam terdapat pada pada bagian akar, batang, ranting maupun daun tanaman. Umumnya, kandungan minyak atsiri pada bagian akar, batang dan ranting tanaman Nilam lebih kecil (0,4-0,5%) dibandingkan kandungan minyak atsiri pada bagian daun (2,5-5,0%) (Kardinan, 2005).Ada beberapa cara untuk memproduksi minyak atsiri antara lain : penyaringan dengan lemak dingin (*enfleurage*), penyarian dengan pelarut yang mudah menguap, penyarian dengan lemak panas, dan hidrodistilasi atau distilasi uap.(Koensoemardiyah, 2010)

Distilasi merupakan salah satu cara isolasi minyak atsiri yang paling sering digunakan. Destilasi dibagi menjadi 3 macam yaitu penyulingan dengan air (*Water distillation*), penyaringan dengan air dan uap (*Water and steam distillation*) dan penyulingan dengan uap (*Steam distillation*) (Taufiq, 2009). Metode penyulingan dengan air dan uap lebih sering digunakan karena kualitas minyak atsiri yang di peroleh lebih baik dibandingkan penyulingan dengan air dan biaya yang dibutuhkan lebih rendah dibanding penyulingan dengan uap. Minyak atsiri dari daun nilam dapat diketahui dengan mengidentifikasi sifar-sifat fisika dari hasil isolasi yang diperoleh, yaitu meliputi bobot jenis, indeks bias, kelarutan dalam etanol 90% dan rotasi optik.

Salah satu bagian terpenting dalam alat penyulingan minyak atsiri adalah sistem pemipaan. Sistem pemipaan adalah sistem yang digunakan untuk memindahkan fluida (baik cair maupun gas) dari suatu tempat ke tempat lain. Didalam suatu sistem pemipaan pasti akan terjadi *Head Losses* (kerugian akibat adanya gesekan), adapun faktor yang mempengaruhi kerugian aliran fluida didalam pipa adalah kecepatan aliran, luas penampang (pipa), *friction factor*, viskositas dan massa jenis fluida.

Berdasarkan faktor-faktor tersebut penulis tertarik untuk membuat penelitian dengan judul “Analisis *Head Losses* Pada Sistem Pemipaan Alat Penyulingan Minyak Atsiri Kapasitas Ketel 5 Kilogram”.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang ada di atas maka tujuan dari penelitian ini adalah Bagaimana *Head Losses* Pada Sistem Perpipaan Alat Penyulingan Minyak Atsiri Kapasitas 5 Kilogram.

1.3. Ruang Lingkup

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Menggunakan ketel uap kapasitas 5 kilogram untuk penyulingan minyak atsiri
2. Pipa yang digunakan stainless steel 304
3. Temperatur 95°C
4. Menggunakan bahan baku daun nilam kondisi kering
5. Menggunakan bahan bakar gas LPG 3 kilogram
6. Variasi volume air 30 liter, 35 liter dan 40 liter

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Untuk menganalisis head losses mayor pada sistem pemipaan alat penyulingan minyak atsiri kapasitas ketel 5 kilogram
2. Untuk menganalisis head losses minor pada sistem pemipaan alat penyulingan minyak atsiri kapasitas ketel 5 kilogram

3. Untuk mengetahui hasil minyak atsiri

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. sebagai bekal mahasiswa sebelum terjun ke dunia industri, dan modal pengaplikasian ilmu yang telah diperoleh.
2. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai referensi bagi para peneliti yang ingin mendalami tentang penyulingan minyak atsiri menggunakan ketel uap.
3. Diharapkan dari hasil penelitian ini dapat berguna bagi masyarakat khususnya para petani minyak nilam, sebagai acuan mereka dalam meningkatkan produksinya dengan menggunakan metode yang lebih *moderen* dan *efesien*.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sejarah Minyak Atsiri

Minyak atsiri umumnya diperoleh dengan cara penyulingan. Penyulingan adalah suatu proses pemisahan komponen-komponen dari minyak nilam atau bahan lainnya berdasarkan perbedaan titik uap dari dua jenis atau lebih komponen. Selama proses penyulingan, campuran uap air dan uap minyak atsiri akan menetes terus menerus hingga tetesan minyak terakhir (Guenther, 2007).

Penyulingan sistem uap (steam distillation) merupakan metode yang banyak digunakan untuk mendapatkan minyak nilam. Prinsip kerja dari penyulingan uap adalah dengan cara memanaskan air hingga menjadi uap dan mengalirkannya kedalam ketel suling untuk mengekstrak minyak dari bahan bakunya tanpa bahan tersebut terendam dalam air. Saat ini, sebagian besar peralatan suling uap yang ada di masyarakat dan petani penyuling minyak nilam masih menggunakan ketel suling konvensional/ tradisional yang sangat sederhana. Ketel suling konvensional ini memiliki beberapa kelemahan diantaranya:

1. unit boiler berbentuk tabung tanpa dilengkapi dengan pipa-pipa api (fire tube) sehingga memerlukan waktu yang lama untuk memanaskan air hingga berubah menjadi fasa uap;
2. proses penyulingan minyak nilam memerlukan waktu yang lama (antara 10-12 jam);
3. tidak dilengkapi dengan sistem pemanas lanjut (superheater) sehingga temperatur uap yang dialirkan ke dalam ketel suling masih rendah dan Tidak mampu menembus dan mengekstrak minyak dari batang tanaman nilam;
4. tungku bakar hanya didesain menggunakan kayu bakar sebagai bahan bakar utama
5. sistem pendinginan (kondensor) belum optimum sehingga temperatur minyak nilam yang keluar dari ketel suling masih tinggi.

Adanya kelemahan-kelemahan tersebut menyebabkan proses penyulingan minyak nilam belum efisien karena konsumsi bahan bakar dan biaya operasional yang relatif tinggi serta rendemen minyak nilam yang tidak maksimal.(Anshori et al., 2009)



Gambar 2.1 Alat Penyulingan tradisional

(Sumber :

http://3.bp.blogspot.com/H8_VwIMyZ2Y/T2HIRJn5I/AAAAAAAAADZ0/vww4FUguXjE/3089.JPG)

2.2. Daun Nilam

Nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) adalah suatu semak tropis penghasil sejenis Minyak atsiri yang dinamakan sama (minyak nilam). Dalam perdagangan internasional, minyak nilam dikenal sebagai minyak *patchouli* (dari bahasa Tamil *patchai* (hijau) dan *ellai* (daun), karena minyaknya disuling dari daun). Aroma minyak nilam dikenal 'berat' dan 'kuat' dan telah berabad-abad digunakan sebagai wangi-wangian (parfum) dan bahan dupa atau setinggi pada tradisi timur. Harga jual minyak nilam termasuk yang tertinggi apabila dibandingkan dengan minyak atsiri lainnya (Jayanudin & Hartono, 2011)

Tanaman Nilam selain minyak nilamnya yang bermanfaat, di India daun kering nilam juga digunakan sebagai pengharum pakaian dan permadani. Bahkan air rebusan atau jus daun nilam kabarnya dapat diminum sebagai obat batuk dan asma. Remasan akar dapat digunakan untuk mengobati rematik, dengan cara dioleskan pada bagian yang sakit, bahkan juga manjur untuk obat bisul dan pening 6 kepala. Demikian pula remasan daun nilam dapat digunakan sebagai obat dengan jalan dioleskan pada bagian yang sakit (Hidayat dan Sutrisno, 2006). 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 (1948), ketiga jenis nilam tersebut adalah :

1. *P. cablin* Benth. Syn. *P. patchouli* var. *Suavis* Hook disebut nilam Aceh
2. *P. heyneanus* Benth disebut nilam Jawa
3. *P. hortensis* Becker disebut nilam sabun

Diantara ketiga jenis nilam tersebut, nilam langkat dan nilam sabun tak berbunga. Nilam langkat merupakan nilam yang cukup luas penyebarannya dan banyak dibudidayakan karena kadar minyak dan kualitas minyaknya lebih tinggi (Nuryani, 2006). (Jayanudin & Hartono, 2011)



Gambar 2.2 Daun Nilam

Sumber: (<https://bbbtimes.net/wp-content/uploads/2020/05/087466000>

[Daun_Nilam.jp](#))

2.3. Ketel Penyulingan

Untuk mendapatkan kualitas minyak nilam yang optimum, ketel penyulingan (ekstraktor) atau Retort, harus terbuat dari material yang tidak menimbulkan kontaminasi dengan nilam. Berikut adalah hirarki material yang baik:

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

Kami menyarankan Material no.3 yaitu Material Food Grade dari bahan Stainlessteel Standard AISI 304. Perhatikan untuk daerah yang mempunyai temperatur lingkungan dingin (pegunungan) harus diberikan sekat kalor, tujuannya selama proses ketel diperlakukan adiabatic, agar jumlah kalor (panas) yang hilang kelingkungan tidak terlalu tinggi. Untuk isolasi kalornya bisa dipilih glasswool atau jika ingin lebih praktis juga bisa dipilih armafex sheet (busa lembaran biasanya dipakai sekat kalor pada peralatan ac tapi untuk jenis sekat kalor panas). Pasang accessories untuk kontrol dan safety device minimal berupa: Thermometer, Pressure Gauge dan Safety Valve. Ini penting karena Ketel Uap adalah termasuk peralatan bejana bertekanan (Vessel Pressure). Thermometer dan pressure gauge adalah untuk kontrol proses sedangkan safety valve lebih dominan untuk keselamatan kerja terutama operator. Dengan adanya safety valve kemungkinan ketel meledak dapat dihindari. Perhatikan konstruksi pembuatan ketel uap. Ketel yang mempunyai diameter diatas 300 mm, dibuat dengan cara pengerolan stainlesssteel plate dengan cara penyambungan riveting atau welding (pengelasan) tetapi saat ini teknik pengelasan yang lebih efisien. Setiap sambungan pengelasan adalah kritis. Untuk itu check hasil pengelasannya bila diperlukan uji kekuatan tarik dari material. Besar kecilnya ketel uap dasar pertimbangannya adalah dengan kapasitas produksi yang direncanakan. Semakin besar diameter, semakin besar tekanan kerja, semakin tinggi temperatur kerja maka akan menyebabkan semakin besar pula tegangan yang terjadi dan harus diperhitungkan tegangan yang terjadi kearah lateral yang memanjang sepanjang ketel uap.(Arifiansyah et al., 2019)



Gambar 2.3 Ketel *Stainless Steel*

2.3.1. *Stainless steel*

Stainless steel dapat bertahan dari serangan karat karena interaksi bahan-bahan campurannya dengan alam. *Stainless steel* terdiri dari besi, krom, mangan, silikon, karbon dan sering kali nikel dan molibdenum dalam jumlah yang cukup banyak. Elemen-elemen ini bereaksi dengan oksigen yang ada di air dan udara membentuk sebuah lapisan yang sangat tipis dan stabil yang mengandung produk dari proses karat atau korosi yaitu metal oksida dan hidroksida. Krom, bereaksi dengan oksigen, memegang peranan penting dalam pembentukan lapisan korosi ini. Pada kenyataannya, semua *stainless steel* mengandung paling sedikit 10% krom. Keberadaan lapisan korosi yang tipis ini mencegah proses korosi berikutnya dengan berlaku sebagai pelindung yang menghalangi oksigen dan air bersentuhan dengan permukaan logam. Besi biasa, berbeda dengan *stainless steel*, permukaannya tidak dilindungi apapun sehingga mudah bereaksi dengan oksigen dan membentuk lapisan Fe_2O_3 atau hidroksida yang terus menerus bertambah seiring dengan berjalannya waktu. Lapisan korosi ini makin lama makin menebal dan dikenal sebagai karat (Widiantara, 2010)(Rekayasa et al., 2010)



Gambar 2.4 *Stainless Steel*

2.4. Komponen Ketel Penyulingan

Alat ketel penyulingan uap dan air ini mempunyai beberapa komponen diantaranya, yaitu:

1. wadah air penghasil uap

Wadah ini merupakan wadah air sekaligus wadah bahan yang akan digunakan untuk menghasilkan uap dengan kandungan minyak atsiri. Uap ini nantinya akan mengalir melalui pipa menuju wadah pendingin melewati pipa spiral sebagai *heat exchanger*. Wadah ini berbentuk silinder dengan penutup kerucut yang dapat terbuka dan terkunci rapat, berdiameter 40 cm dan tinggi 1,5 m. Pada bagian penutup atas wadah ini dipasang *preassure gauge* untuk pengukur tekanan agar tekanan yang dihasilkan uap air dapat diamati dan lubang keluaran untuk uap berlebih. Pada bagian wadah dipasang termometer untuk mengetahui suhu di dalam wadah.



Gambar 2.5 Wadah air penghasil uap

2. Pipa Aliran Uap

Pipa aliran uap Pipa ini berdiameter inci dan berfungsi sebagai tempat aliran uap air yang menghubungkan wadah air dan bahan menuju pipa spiral pada proses pendinginan.



Gambar 2.6 pipa aliran uap

3. Kondensor

Kondensor ini terdiri dari drum dengan diameter 31,5 cm dan tinggi 57,5 cm, pipa spiral dan keran. Kondensor diisi dengan air, keran pertama berfungsi sebagai lubang pengeluaran air dan keran pada ujung pipa spiral sebagai keran keluaran distilat.



Gambar 2.7 Kondensor

4. *Heat exchanger* (pipa spiral)

Heat exchanger merupakan pipa spiral dengan panjang pipa 6 m dan diameter spiral 28 cm yang berfungsi untuk mengubah fase uap menjadi fase cair didalam kondensor.



Gambar 2.8 Pipa Spiral (*Heat exchanger*)

5. Siklus Bak Air

Siklus Bak air adalah Sirkulasi air yang menggambarkan pergerakan molekul air dari kondenser ke bak air dan sebaliknya, yang tidak pernah berhenti sehingga

membentuk rangkaian melingkar perjalanan molekul air di bak air yang disebut siklus. Siklus bak air ini digunakan agar kondensor (pendingin) tidak terlalu cepat panas.



Gambar 2.9 Siklus bak air

2.5. Debit Aliran Fluida (Q)

Didalam suatu aliran fluida terdapat debit aliran yang harus di analisis terlebih dahulu guna untuk mengetahui laju kecepatan aliran dan massa suatu fluida, untuk mencari debit suatu aliran kita bisa menggunakan rumus (*Mulyadi, Ir. Margianto, M.T, Ena Marlina, S.T, 2017*).

$$Q = \frac{V}{t} \quad (2.1)$$

Dimana:

Q = debit (m³/detik)

V = volume (m³)

t = waktu (s)

2.6. Kecepatan Aliran Fluida (v)

Untuk mengetahui kecepatan aliran fluida kita harus mengetahui debitnya terlebih dahulu, setelah mengetahui debit aliran maka kita dapat menghitung kecepatan aliran menggunakan rumus (Mulyadi, Ir. Margianto, M.T, Ena Marliana, S.T, 2017).

$$v = \frac{Q}{A} \quad (2.2)$$

Dimana:

Q = debit (m³/detik)

v = kecepatan (m/detik)

A = luas penampang (m²)

2.7. Bilangan Reynolds

Di dalam proses pengaliran di dalam pipa terdapat kerugian pada tekanan yang sering disebut head losses. Jenis aliran pada pipa tersebut merupakan jenis turbulen, karena nilai bilangan Reynold. Terdapat beberapa aliran fluida dalam pipa yaitu aliran mantap dan aliran pada pipa lurus. Pada aliran pipa lurus diklarifikasikan menjadi aliran laminar dan turbulen. Untuk menentukan apakah suatu aliran itu laminar atau turbulen dapat dipakai bilangan *Reynold* (Siregar & Irfansyah, 2018).

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} \text{ atau } Re = \frac{v \cdot D}{\nu} \quad (2.3)$$

Dimana :

Re = bilangan Reynolds

ρ = massa jenis fluida (kg/m³)

v = kecepatan aliran (m/s)

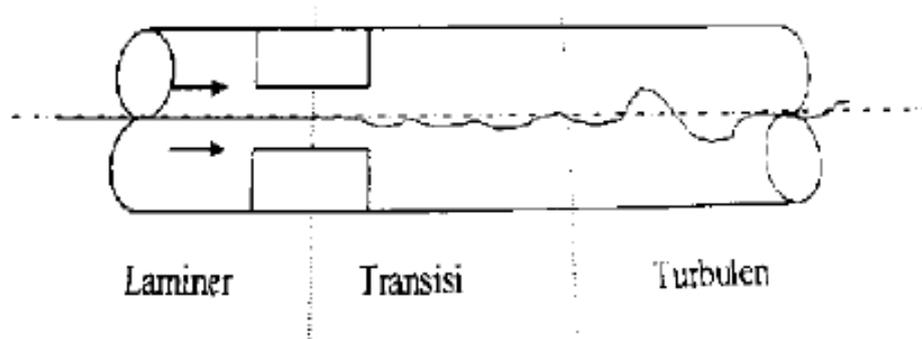
D = diameter dalam pipa (m)

μ = viskositas dinamis (m²/s)

ν = viskositas kinematic (m²/s)

Tabel 2.1 Angka bilangan Reynold

Nilai Reynold	Sifat aliran
< 2000	Aliran Bersifat Laminar
> 4000	Aliran Bersifat Turbulen



Gambar 2.10 Skema Aliran Dalam Pipa

2.8. Persamaan kontiunitas

Persamaan kontiunitas menyatakan hubungan antara kecepatan fluida yang masuk pada suatu pipa terhadap kecepatan fluida yang keluar. Hubungan tersebut dinyatakan dengan: (Zainudin et al., 2012)

$$Q = A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 \quad (2.4)$$

Dimana:

A_1 = Luas penampang pipa 1 (m^2)

A_2 = Luas penampang pipa 2 (m^2)

V_1 = Kecepatan fluida pada pipa 1 (m/s)

V_2 = Kecepatan fluida pada pipa 2 (m/s)

Tabel 2.2 Sifat-sifat fisika Air

Temperature (°C)	Specific Weight γ (kN/m ³)	Density ρ (kg/m ³)	Dynamic Viscosity μ (Pa·s) or (N·s/m ²)	Kinematic Viscosity ν (m ² /s)
0	9.81	1000	1.75×10^{-3}	1.75×10^{-6}
5	9.81	1000	1.52×10^{-3}	1.52×10^{-6}
10	9.81	1000	1.30×10^{-3}	1.30×10^{-6}
15	9.81	1000	1.15×10^{-3}	1.15×10^{-6}
20	9.79	998	1.02×10^{-3}	1.02×10^{-6}
25	9.78	997	8.91×10^{-4}	8.94×10^{-7}
30	9.77	996	8.00×10^{-4}	8.03×10^{-7}
35	9.75	994	7.18×10^{-4}	7.22×10^{-7}
40	9.73	992	6.51×10^{-4}	6.56×10^{-7}
45	9.71	990	5.94×10^{-4}	6.00×10^{-7}
50	9.69	988	5.41×10^{-4}	5.48×10^{-7}
55	9.67	986	4.98×10^{-4}	5.05×10^{-7}
60	9.65	984	4.60×10^{-4}	4.67×10^{-7}
65	9.62	981	4.31×10^{-4}	4.39×10^{-7}
70	9.59	978	4.02×10^{-4}	4.11×10^{-7}
75	9.56	975	3.73×10^{-4}	3.83×10^{-7}
80	9.53	971	3.50×10^{-4}	3.60×10^{-7}
85	9.50	968	3.30×10^{-4}	3.41×10^{-7}
90	9.47	965	3.11×10^{-4}	3.22×10^{-7}
95	9.44	962	2.92×10^{-4}	3.04×10^{-7}
100	9.40	958	2.82×10^{-4}	2.94×10^{-7}

Tabel 2.3 Sifat-sifat uap air

Uap air							
T, K	ρ , kg/m ³	C_p , kJ/kg . °C	μ , kg/m .s	ν , m ² /s	k , W/m . °C	α , m ² s	Pr
368	0.5863	2,060	12.71×10^{-6}	2.16×10^{-5}	0.0246	0.2036	1.06
400	0.5542	2,014	13.44	2.42	0.0261	0.2338	1.04
450	0.4902	1,980	15.25	3.11	0.0299	0.307	1.01
500	0.4405	1,985	17.04	3.86	0.0399	0.387	0.996
550	0.4005	1,997	18.84	4.7	0.0379	0.475	0.991
600	0.6325	2,026	20.67	5.66	0.0422	0.573	0.986
650	0.338	2,056	22.47	6.64	0.0464	0.666	0.995
700	0.314	2,085	24.26	7.72	0.0505	0.772	1
750	0.2931	2,119	26.04	8.88	0.0549	0.883	1.005
800	0.2739	2,152	27.86	10.2	0.0592	1.001	1.01
850	0.2759	2,186	29.69	11.52	0.0637	1.13	1.019

2.9. Head Losss

Adanya kekentalan pada fluida akan menyebabkan terjadinya tegangan geser pada waktu bergerak. Tegangan geser ini akan merubah sebagian energi aliran menjadi bentuk energi lain seperti panas, suara dan sebagainya. Perubahan bentuk energi tersebut menyebabkan terjadinya kehilangan energi. Secara umum *head loss* dibagi menjadi dua macam, yaitu : *Head loss* mayor , terjadi akibat adanya kekentalan zat cair dan turbulensi karena adanya kekasaran dinding batas pipa dan akan menimbulkan gaya gesek yang akan menyebabkan kehilangan energi di sepanjang pipa dengan diameter konstan pada aliran seragam. Kehilangan energi sepanjang satu satuan panjang akan konstan selama kekasaran dan diameter tidak berubah. *Head loss* minor, kehilangan energi akibat perubahan penampang dan aksesoris lainnya. Misalnya terjadi pada perubahan arah seperti pembelokan (*elbow*), bengkokan (*bends*), pembesaran tampang (*expansion*), serta pengecilan penampang (*contraction*). Kehilangan energi sekunder atau *head losses minor* ini

akan mengakibatkan adanya tumbukan antara partikel zat cair dan meningkatnya gesekan karena turbulensi serta tidak seragamnya distribusi kecepatan pada suatu penampang pipa. Adanya lapisan batas terpisah dari dinding pipa maka akan terjadi olakan atau pusaran air. Adanya olakan ini akan mengganggu pola aliran laminar sehingga akan menaikkan tingkat turbulensi. Dalam mencari nilai head loss, nilai dari faktor gesek juga diperlukan. (Waspdodo, 2017) Persamaan untuk mencari faktor gesek (f) adalah sebagai berikut :

Aliran Turbulen

$$f = \frac{0,316}{Re^{1/4}} \quad (2.5)$$

Aliran Laminar

$$f = \frac{64}{N_R} \quad (2.6)$$

2.9.1. Head Losses Mayor

Kerugian mayor adalah kehilangan tekanan akibat gesekan aliran fluida pada sistem aliran dengan luas penampang tetap atau konstan. Aliran fluida yang melalui pipa akan selalu mengalami kerugian head. Hal ini disebabkan oleh gesekan yang terjadi antara fluida dengan dinding pipa atau perubahan kecepatan yang dialami oleh fluida (Zainudin *et al.*, 2012).

Kerugian head akibat dari gesekan dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan Darcy – Weisbach yaitu:

$$H_{L \text{ mayor}} = f \cdot \frac{L \cdot v^2}{D \cdot 2 \cdot g} \quad (2.7)$$

Dimana:

HL mayor = Head losses mayor (m)

L = panjang pipa (m)

D = diameter pipa (m)

v = kecepatan (m/s)

g = gravitasi bumi (m/s²)

f = factor gesekan

2.9.2. Head Losses Minor

Kerugian minor adalah kehilangan tekanan akibat gesekan yang terjadi pada katup-katup, sambungan Tee, sambungan belokan, dan pada luas penampang yang tidak konstan. Pada aliran yang melewati belokan dan katup *head loss minor* yang terjadi dapat dihitung dengan persamaan rumus Darcy–Weisbach yaitu:

$$H_{L \text{ minor}} = K \frac{v^2}{2g} \quad (2.8)$$

Dimana ;

HLMinor = head losses Minor (m)

V = kecepatan rata-rata fluida (m/s)

g = gravitasi bumi (m/s²)

K = koefisien kerugian pada fitting

(Zainudin *et al.*, 2012) Dengan persamaan rumus Fuller untuk menghitung koefisien gesekan belokan adalah

$$K = \left[0,131 + 1,847 \left(\frac{D}{2R} \right)^{3,5} \right] \left(\frac{\theta}{90} \right)^{0,5} \quad (2.9)$$

Minor losses yang terjadi pada pembesaran mendadak (sudden expansion) dapat menggunakan persamaan dibawah ini: (Iv *et al.*, n.d.)

$$h_e = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g} = \frac{v_1^2}{2g} \left(1 - \frac{A_1}{A_2} \right)^2 = \frac{v_1^2}{2g} \left(1 - \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^2 \right)^2 \quad (2.10)$$

Atau dapat ditulis

$$h_e = K \frac{v_1^2}{2g} \quad (2.11)$$

dengan

$$K = \left[1 - \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^2 \right]^2 \quad (2.12)$$

Sedangkan untuk penyempitan mendadak (sudden Contraction) dapat menggunakan persamaan dibawah ini:

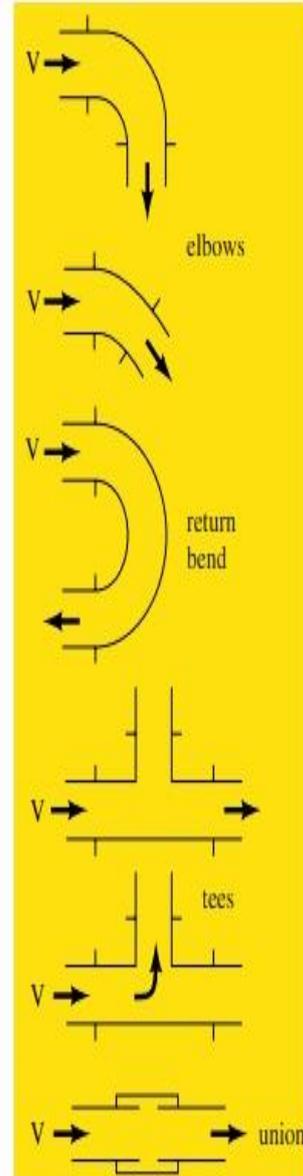
$$h_c = \left(\frac{1}{C_c} - 1 \right)^2 \frac{v_2^2}{2 \cdot g} \quad (2.13)$$

Tabel 2.4 Changes in cross section (C_c)

Changes in cross section																														
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>d_1/d_2</th> <th>0.5</th> <th>0.6</th> <th>0.7</th> <th>0.8</th> <th>0.9</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ζ</td> <td>0.56</td> <td>0.46</td> <td>0.24</td> <td>0.13</td> <td>0.04</td> </tr> </tbody> </table>	d_1/d_2	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	ζ	0.56	0.46	0.24	0.13	0.04																	
	d_1/d_2	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9																								
	ζ	0.56	0.46	0.24	0.13	0.04																								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>d_1/d_2</th> <th>0.5</th> <th>0.6</th> <th>0.7</th> <th>0.8</th> <th>0.9</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">ζ for</td> <td>$\alpha=8^\circ$</td> <td>0.12</td> <td>0.09</td> <td>0.07</td> <td>0.04</td> <td>0.02</td> </tr> <tr> <td>$\alpha=16^\circ$</td> <td>0.19</td> <td>0.14</td> <td>0.09</td> <td>0.05</td> <td>0.02</td> </tr> <tr> <td>$\alpha=25^\circ$</td> <td>0.33</td> <td>0.25</td> <td>0.16</td> <td>0.08</td> <td>0.03</td> </tr> </tbody> </table>	d_1/d_2	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	ζ for	$\alpha=8^\circ$	0.12	0.09	0.07	0.04	0.02	$\alpha=16^\circ$	0.19	0.14	0.09	0.05	0.02	$\alpha=25^\circ$	0.33	0.25	0.16	0.08	0.03				
d_1/d_2	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9																									
ζ for	$\alpha=8^\circ$	0.12	0.09	0.07	0.04	0.02																								
	$\alpha=16^\circ$	0.19	0.14	0.09	0.05	0.02																								
	$\alpha=25^\circ$	0.33	0.25	0.16	0.08	0.03																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>d_1/d_2</th> <th>1.2</th> <th>1.4</th> <th>1.6</th> <th>1.8</th> <th>2.0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ζ</td> <td>0.10</td> <td>0.22</td> <td>0.29</td> <td>0.33</td> <td>0.35</td> </tr> </tbody> </table>	d_1/d_2	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	ζ	0.10	0.22	0.29	0.33	0.35																		
d_1/d_2	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0																									
ζ	0.10	0.22	0.29	0.33	0.35																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>d_1/d_2</th> <th>1.2</th> <th>1.4</th> <th>1.6</th> <th>1.8</th> <th>2.0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ζ</td> <td>0.02</td> <td>0.05</td> <td>0.10</td> <td>0.17</td> <td>0.26</td> </tr> </tbody> </table>	d_1/d_2	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	ζ	0.02	0.05	0.10	0.17	0.26																		
d_1/d_2	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0																									
ζ	0.02	0.05	0.10	0.17	0.26																									

Table 2.5 Loss Coefficients for Pipe Components

Component	K_L
a. Elbows	
Regular 90°, flanged	0.3
Regular 90°, threaded	1.5
Long radius 90°, flanged	0.2
Long radius 90°, threaded	0.7
Long radius 45°, flanged	0.2
Regular 45°, threaded	0.4
b. 180° return bends	
180° return bend, flanged	0.2
180° return bend, threaded	1.5
c. Tees	
Line flow, flanged	0.2
Line flow, threaded	0.9
Branch flow, flanged	1.0
Branch flow, threaded	2.0
d. Union, threaded	
	0.08
e. Valves	
Globe, fully open	10
Angle, fully open	2
Gate, fully open	0.15
Ball valve, fully open	0.05



BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1. Tempat

Tempat pelaksanaan penelitian proposal tugas akhir Analisis *Head Losses* Pada Sistem Pemipaan Penyulingan Minyak Atsiri Pada Kapasitas 5 kilogram, dilaksanakan di Jl alwasiyah No.5 A Kelurahan Simpang tiga Pekan kecamatan Perbaungan Kabupaten Serdang Begadai.

3.1.2. Waktu Penelitian

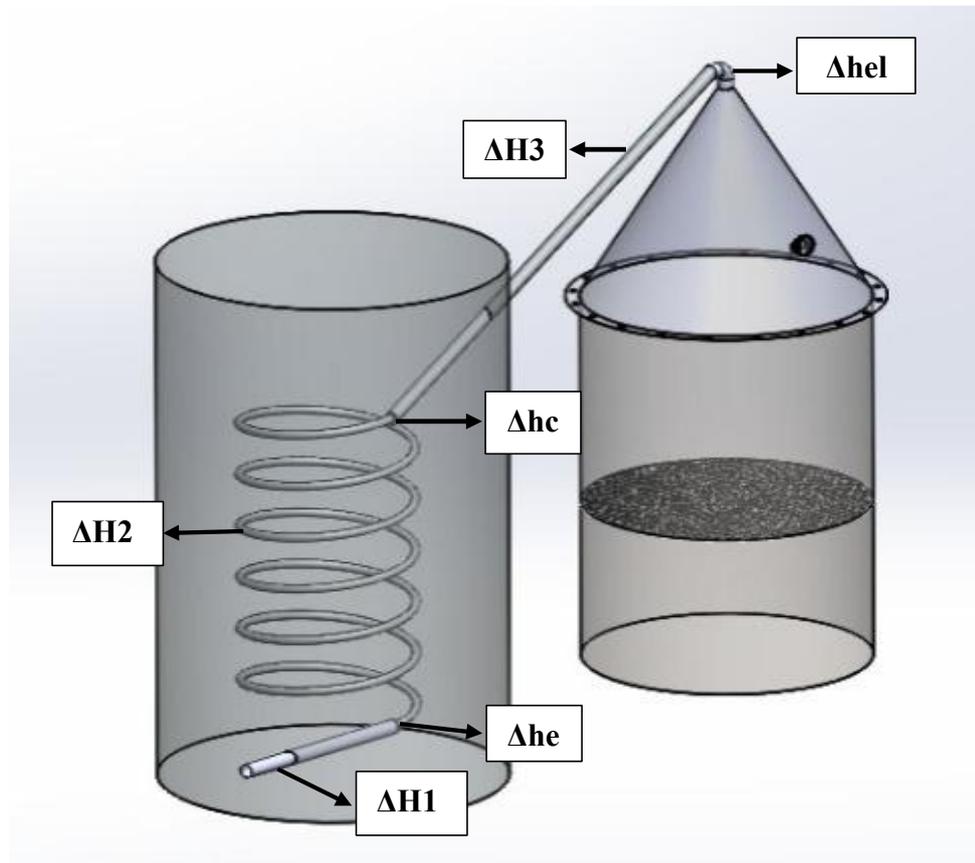
Waktu Pelaksanaan penelitian dan kegiatan pengujian ini dilakukan mulai dari tanggal disahkannya usulan judul oleh program studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara seperti yang tertera pada tabel 3.1 di bawah ini.

Tabel 3.1 jadwal dan kegiatan saat melakukan penelitian

No	Kegiatan	Waktu (Bulan)					
		1	2	3	4	5	6
1	Study Literatur Dan Desain	■	■	■	■		
2	Pembuatan Alat Dan Pengujian		■	■	■		
3	Pengambilan Data			■	■	■	
4	Analisa Data				■	■	
5	Seminar Hasil					■	■
6	Sidang Sarjana						■

3.2. Alat dan Bahan

Pada penelitian ini *head losses* yang akan dicari adalah *head losses* yang terjadi pada alat penyulingan minyak atsiri kapasitas ketel 5 kilogram. Ketel yang digunakan seperti Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Sketsa Titik-Titik Penelitian Pada Alat Penyulingan

Instalasi alat penyulingan minyak atsiri kapasitas ketel uap 5 kilogram yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari instalasi pemipaan. Dimana instalasi ketel pada gambar di atas menunjukkan titik-titik yang akan menjadi objek penelitian. Dibawah ini keterangan dari titik-titik yang ada pada gambar 3.1.

Keterangan :

1. ΔHel = Elbow 90^0
2. $\Delta H3$ = Pipa lurus keluar dari ketel
3. ΔHc = Penyempitan mendadak (*sudden contraction*)
4. $\Delta H2$ = Pipa spiral
5. ΔHe = Pembesaran mendadak (*sudden expansion*)

6. ΔH_1 = Pipa lurus keluar dari kondensor

3.2.1. Alat

Adapun alat yang digunakan sebagai berikut:

1. Thermometer

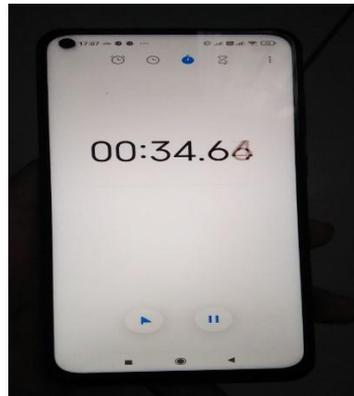
Digunakan untuk mengukur suhu air dan uap pada ketel



Gambar 3.2 Thermometer

2. Stopwatch

Digunakan untuk menghitung waktu dalam percobaan penyulingan minyak atsiri



Gambar 3.3 stopwatch

3. Timbangan

Timbangan ini digunakan untuk menimbang berapa berat bahan baku yang akan digunakan dalam proses penyulingan minyak atsiri



Gambar 3.4 Timbangan

4. Drum 40 liter

Drum ini berkapasitas 40 liter digunakan untuk mengukur berapa banyak air yang akan dimasukan kedalam ketel



Gambar 3.5 Drum 40 liter

5. Termokopel

Digunakan untuk mengukur suhu air yang mengandung minyak keluar dari kondensor



Gambar 3.6 Termokopel

6. Gelas ukur 100 ml

Digunakan untuk mengukur hasil dari penyulingan minyak atsiri



Gambar 3.7 Gelas ukur 100 ml

3.2.2. Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Daun nilam

Daun nilam sebagai bahan yang digunakan untuk diambil minyaknya



Gambar 3.8 Daun nilam

2. Air

Air berfungsi untuk penyulingan melalui penguapan panas bagian ketel, untuk di bagian kondensor fungsi air ialah untuk menetralkan perubahan panas agar kondensor tidak terlalu cepat panas



Gambar 3.9 Air

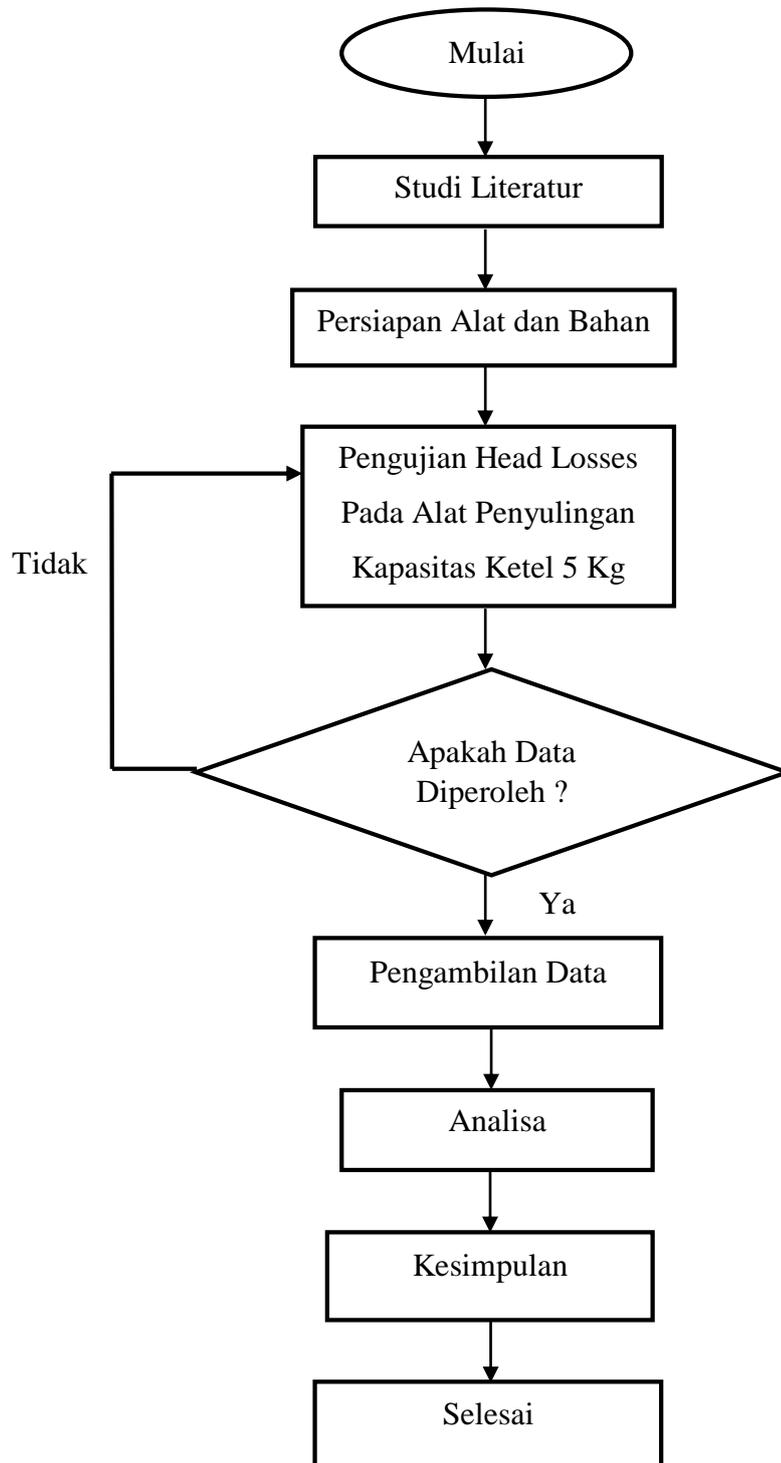
3. Gas LPG 3 kg

Gas LPG 3 kg digunakan untuk pembakaran bahan bakar pada proses penyulingan minyak atsiri



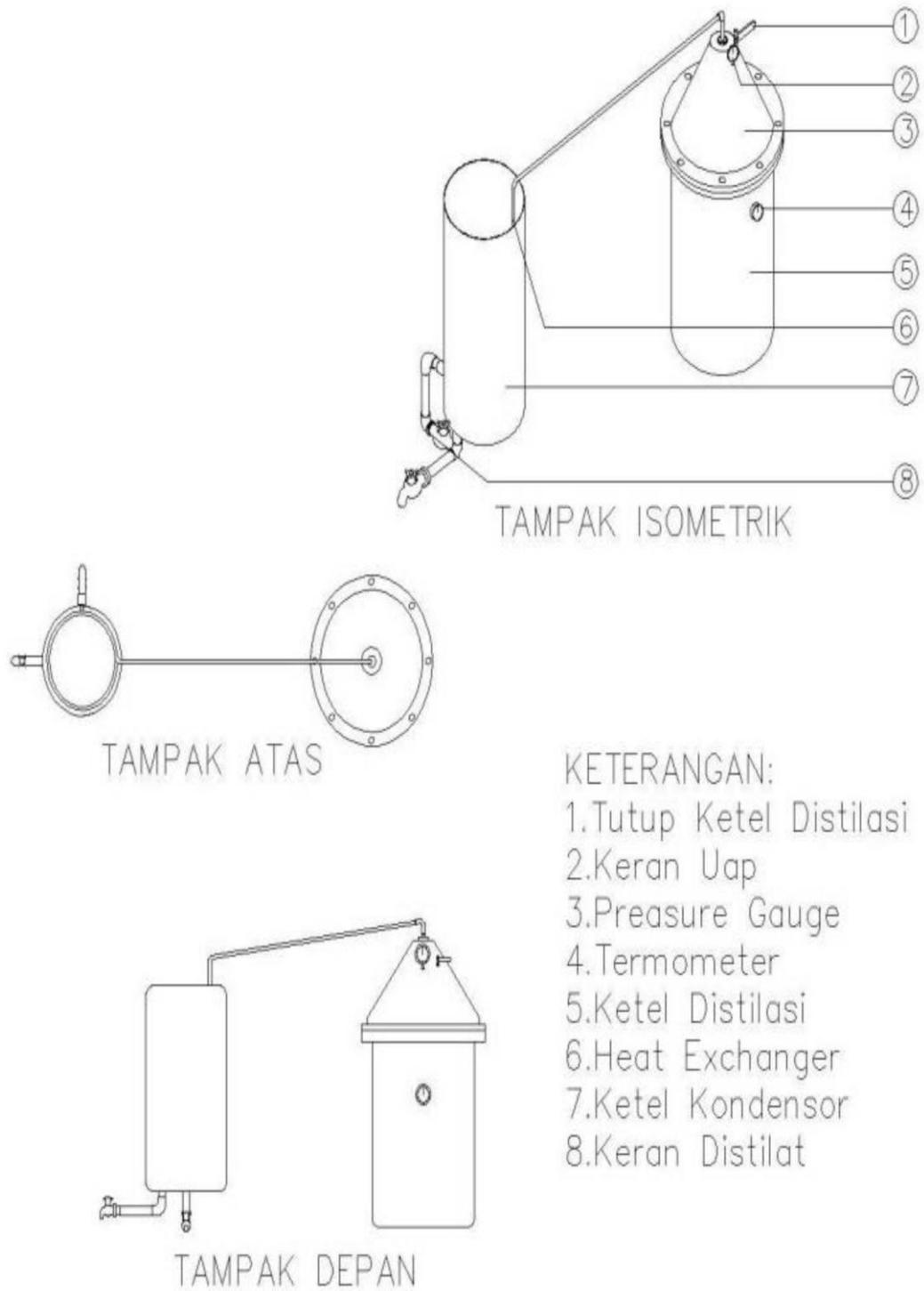
Gambar 3.10 Gas LPG 3 kg

3.3. Diagram Alir



Gambar 3.11 Diagram Alir

3.4. Sketsa Alat Penyulingan Minyak Atsiri



Gambar 3.12 Sketsa Alat Penyulingan Minyak Atsiri

3.5. Prosedur Penelitian

Berikut adalah prosedur penelitian dilakukan dengan proses sebagai berikut:

1. Meletakkan ketel diatas tungguk



Gambar 3.13 Ketel dan Tungguk

2. Mengisi ketel dengan air sebanyak 30 liter, pengisian air dilakukan pada setiap variasi volume air



Gambar 3.14 pengisian air pada ketel

3. Letakan kondensor dan bak air pada posisi yang berdekatan, masukan air kedalam bak setelah bak terisi penuh hidupkan pompa untuk megalirkan air ke kondensor



Gambar 3.15 Bak air dan kondensor

4. Meletakkan saringan pemisah di bagian ketel agar air dan daun nilam tidak tercampur



Gambar 3.16 Memasang saringan

5. Masukkan daun nilam yang sudah disiapkan dengan berat 4 kg pada setiap percobaan



Gambar 3.17 Memasukan daun nilam

6. Tutup ketel dengan penutup ketel yang berbentuk kerucut, setelah itu pasang baut dan mur pada penutup ketel



Gambar 3.18 Penutup ketel

7. Hubungkan pipa penutup ketel ke pipa spiral yang ada didalam kondensor



Gambar 3.19 Pipa ketel ke pipa spiral

8. Setelah itu nyalakan api dan hitung waktu dari awal pemanasan dengan menggunakan stopwatch, dimana waktu proses penyulingan minyak atsiri membutuhkan waktu lebih kurang selama 3 jam



Gambar 3.20 Penyalaan api

9. Setelah air mulai menetes hidupkan stopwatch untuk menghitung berapa lama air yang mengandung minyak menetes dari pipa kondensor, tampung air yang mengandung minyak menggunakan wadah



Gambar 3.21 Air keluar dari pipa kondensor

10. Mengukur hasil minyak nilam dengan menggunakan gelas ukur



Gambar 3.22 Hasil minyak nilam

BAB 4 HASIL DAN ANALISA DATA

4.1. Data Hasil Pengujian

Setelah melakukan pengujian diperoleh data seperti pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Data Hasil Penelitian

No	Vol air	Temperatur	Bahan Baku	Waktu	Air out
1	30 L	95°C	4 kg	105 menit	6,875 L
2	35 L	95 °C	4 kg	111 menit	7,475 L
3	40 L	95 °C	4 kg	116 menit	8,175 L

4.2. Perhitungan instalasi Ketel

Data yang diketahui dari alat penyulingan minyak atsiri kapasitas ketel 5 kilogram adalah sebagai berikut :

Diameter pipa $d = 1 \text{ inchi} \rightarrow 0,0245 \text{ m}$

Diameter pipa spiral $d = 0,50 \text{ inchi} \rightarrow 0,0127 \text{ m}$

Panjang instalasi pipa $L = 1,05 \text{ m}$ dan $0,27 \text{ m}$

4.2.1. Luas penampang pipa

a. Pipa

$$A = \frac{\pi}{4} d^2$$

$$A = \frac{\pi}{4} 0,0254^2$$

$$A = 0,000506 \text{ m}^2$$

4.2.2. Luas penampang pipa spiral

$$A = \frac{\pi}{4} d^2$$

$$A = \frac{\pi}{4} 0,0127^2$$

$$A = 0,000126 \text{ m}^2$$

4.3. Debit Aliran

a. Percobaan 1 (V 30 L)

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

$$Q = \frac{6,875 \text{ L}}{105 \text{ menit}}$$

$$Q = 0,0654 \text{ Lpm}$$

b. Percobaan 2 (V 35 L)

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

$$Q = \frac{7,475 \text{ L}}{111 \text{ menit}}$$

$$Q = 0,0673 \text{ Lpm}$$

c. Percobaan 3 (V 40 L)

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

$$Q = \frac{8,175 \text{ L}}{116 \text{ menit}}$$

$$Q = 0,0704 \text{ Lpm}$$

4.4. Kecepatan Aliran

a. Percobaan 1 (V 30 L)

$$Q = 0,0654 \text{ Lpm} \rightarrow 0,00000109 \text{ m}^3/\text{s}$$

1) Pipa keluar dari kondensor

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$v = \frac{0,00000109 \text{ m}^3/\text{s}}{0,000506 \text{ m}^2}$$

$$v = 0,00215 \text{ m/s}$$

2) Pipa spiral

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$v_2 = \frac{A_1 v_1}{A_2}$$

$$v_2 = \frac{0,000506 \text{ m}^2 \times 0,00215 \text{ m}^3/\text{s}}{0,000126 \text{ m}^2}$$

$$v_2 = 0,00865 \text{ m/s}$$

3) Pipa keluar dari ketel

Karena massa fluida yang berbeda maka digunakan rumus berikut:

$$\rho_2 A_2 v_2 = \rho_3 A_3 v_3$$

$$v_3 = \frac{\rho_2 A_2 v_2}{A_3 \rho_3}$$

$$v_3 = \frac{994,1 \text{ Kg} / \text{m}^3 \times 0,000126 \text{ m}^2 \times 0,00865 \text{ m}^3/\text{s}}{0,000506 \text{ m}^2 \times 0,5863 \text{ kg} / \text{m}^3}$$

$$v_3 = 3,652 \text{ m/s}$$

b. Percobaan 2 (V 35 L)

$$Q = 0,0673 \text{ Lpm} \rightarrow 0,00000112 \text{ m}^3/\text{s}$$

1) Pipa keluar dari kondensor

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$v = \frac{0,00000112 \text{ m}^3/\text{s}}{0,000506 \text{ m}^2}$$

$$v = 0,00221 \text{ m/s}$$

2) Pipa spiral

$$A_1 V_1 = A_2 V_2$$

$$v_2 = \frac{A_1 v_1}{A_2}$$

$$v_2 = \frac{0,000506 \text{ m}^2 \times 0,00221 \text{ m/s}}{0,000126 \text{ m}^2}$$

$$v_2 = 0,00887 \text{ m/s}$$

3) Pipa keluar dari ketel

Karena massa fluida yang berbeda maka digunakan rumus berikut:

$$\rho_2 A_2 v_2 = \rho_3 A_3 v_3$$

$$v_3 = \frac{\rho_2 A_2 v_2}{A_3 \rho_3}$$

$$v_3 = \frac{994,1 \text{ Kg / m}^3 \times 0,000126 \text{ m}^2 \times 0,00887 \text{ m/s}}{0,000506 \text{ m}^2 \times 0,5863 \text{ kg / m}^3}$$

$$v_3 = 3,745 \text{ m/s}$$

c. Percobaan 3 (V 40 L)

$$Q = 0,06704 \text{ Lpm} \rightarrow 0,00000117 \text{ m}^3/\text{s}$$

1) Pipa keluar dari kondensator

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$v = \frac{0,00000117 \text{ m}^3/\text{s}}{0,000506 \text{ m}^2}$$

$$v = 0,00231 \text{ m/s}$$

2) Pipa spiral

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$v_2 = \frac{A_1 v_1}{A_2}$$

$$v_2 = \frac{0,000506 \text{ m}^2 \times 0,00231 \text{ m/s}}{0,000126 \text{ m}^2}$$

$$v_2 = 0,00927 \text{ m/s}$$

3) Pipa keluar dari ketel

Karena massa fluida yang berbeda maka digunakan rumus berikut:

$$\rho_2 A_2 v_2 = \rho_3 A_3 v_3$$

$$v_3 = \frac{\rho_2 A_2 v_2}{A_3 \rho_3}$$

$$v_3 = \frac{994,1 \text{ Kg} / \text{m}^3 \times 0,000126 \text{ m}^2 \times 0,00927 \text{ m/s}}{0,000506 \text{ m}^2 \times 0,5863 \text{ kg} / \text{m}^3}$$

$$v_3 = 3,913 \text{ m/s}$$

4.5. Bilangan Reynold

Untuk menghitung bilangan *reynold* menggunakan persamaan 2.3 dimana temperatur air yang keluar dari pipa kondensor sebesar 35 °C dan temperatur uap yang keluar dari ketel sebesar 95 °C.

a. Percobaan 1 (V 30 L)

1) Pipa keluar dari kondensor

$$\text{Re} = \frac{v \cdot D}{\nu}$$

$$\text{Re} = \frac{0,00215 \text{ m} / \text{s} \times 0,0254 \text{ m}}{7,22 \times 10^{-7}}$$

$$\text{Re} = 75,788$$

2) Pipa keluar dari ketel

$$\text{Re} = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

$$\text{Re} = \frac{0,5863 \text{ Kg/m}^3 \times 3,652 \text{ m} / \text{s} \times 0,0254 \text{ m}^2}{12,71 \times 10^{-6}}$$

$$\text{Re} = 42795,117$$

b. Percobaan 2 (V 35 L)

1) Pipa keluar dari kondensor

$$\text{Re} = \frac{v \cdot D}{\nu}$$

$$Re = \frac{0,00221 \text{ m / s} \times 0,0254 \text{ m}}{7,22 \times 10^{-7}}$$

$$Re = 77,700$$

2) Pipa keluar dari ketel

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

$$Re = \frac{0,5863 \text{ Kg/m}^3 \times 3,745 \text{ m / s} \times 0,0254 \text{ m}^2}{12,71 \times 10^{-6}}$$

$$Re = 43879,319$$

c. Percobaan 3 (V 40 L)

1) Pipa keluar dari kondensor

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu}$$

$$Re = \frac{0,00231 \text{ m / s} \times 0,0254 \text{ m}}{7,22 \times 10^{-7}}$$

$$Re = 81,265$$

2) Pipa keluar dari ketel

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

$$Re = \frac{0,5863 \text{ Kg/m}^3 \times 3,913 \text{ m / s} \times 0,0254 \text{ m}^2}{12,71 \times 10^{-6}}$$

$$Re = 45790,715$$

4.6. Koefisien mayor losses pada pipa

Untuk mengetahui nilai koefisien (f) mayor losses pada pipa dapat menggunakan persamaan di bawah ini :

a. Percobaan 1 (V 40 L)

1) Pipa keluar dari kondesor

$$\text{Aliran laminar} \rightarrow f = \frac{64}{N_R}$$

$$f = \frac{64}{N_R}$$

$$f = \frac{64}{75,788}$$

$$f = 0,844$$

2) Pipa keluar dari ketel

$$\text{Aliran turbulen} \rightarrow f = \frac{0,316}{\text{Re}^{1/4}}$$

$$f = \frac{0,316}{\text{Re}^{1/4}}$$

$$f = \frac{0,316}{42795,117^{1/4}}$$

$$f = 0,0219$$

b. Percobaan 2 (V 35 L)

1. Pipa keluar dari kondensor

$$\text{Aliran laminar} \rightarrow f = \frac{64}{N_R}$$

$$f = \frac{64}{N_R}$$

$$f = \frac{64}{77,700}$$

$$f = 0,823$$

2. Pipa keluar dari ketel

$$\text{Aliran turbulen} \rightarrow f = \frac{0,316}{\text{Re}^{1/4}}$$

$$f = \frac{0,316}{\text{Re}^{1/4}}$$

$$f = \frac{0,316}{43879,319^{1/4}}$$

$$f = 0,0218$$

c. Percobaan 3 (V 40 L)

1. Pipa keluar dari kondensor

$$\text{Aliran laminar} \rightarrow f = \frac{64}{N_R}$$

$$f = \frac{64}{N_R}$$

$$f = \frac{64}{81,265}$$

$$f = 0,787$$

2. Pipa keluar dari ketel

$$\text{Aliran turbulen} \rightarrow f = \frac{0,316}{\text{Re}^{1/4}}$$

$$f = \frac{0,316}{\text{Re}^{1/4}}$$

$$f = \frac{0,316}{45790,715^{1/4}}$$

$$f = 0,0216$$

4.7. Koefisien minor losses

A. Koefisien minor *losses* pada pipa

Berdasarkan tabel 2.5 maka koefisien minor *losses* pipa dapat ditentukan sebagai berikut:

Tabel 4.2 koefisien minor *losses* pipa

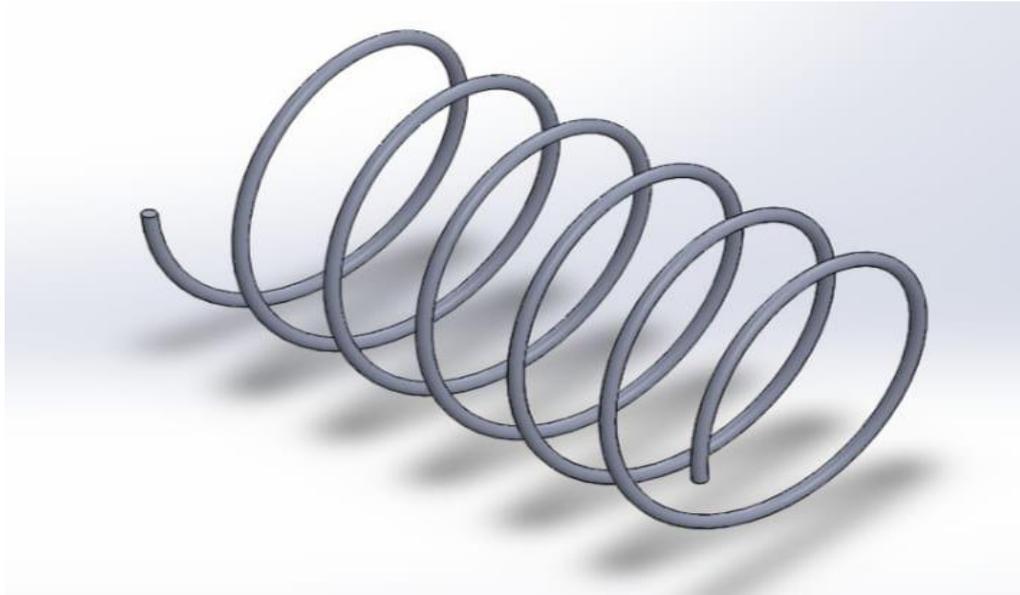
No	Nama	Jumlah	Koefisien minor losses (K)	Jumlah
1	Elbow	1	0,2	0,2

B. Koefisien minor *losses* pipa spiral

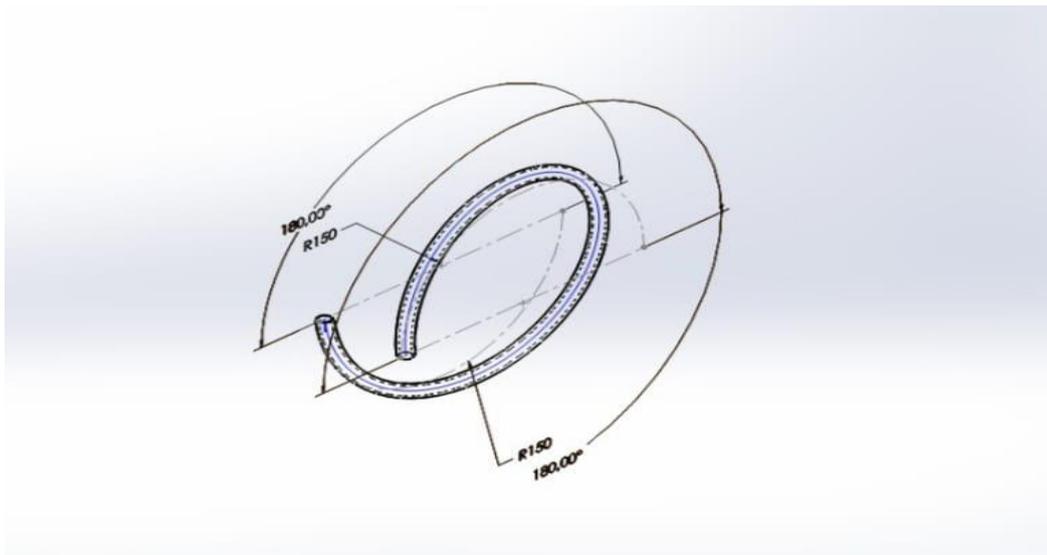
Koefisien minor *losses* pada pipa spiral dapat dihitung menggunakan persamaan 2.9

a. Pipa spiral

Adapun bentuk dari pipa spiral dapat dilihat pada dibawah ini:



Gambar 4.1 Gambar *solidwork* pipa spiral



Gambar 4.2 Gambar sketsa *solidwork* pipa spiral

Gambar sketsa pipa spiral menunjukkan bahwa besar sudut yang dibentuk oleh belokan adalah 360° dan panjang jari-jari lengkung sumbu belokan sebesar 0.3 m. maka:

$$K = \left[0,031 + 1,847 \left(\frac{D}{2 \cdot R} \right)^{3,5} \right] \left(\frac{\theta}{90} \right)^{0,5}$$

$$K = [0,031 + 1,847 \left(\frac{0,0127 \text{ m}}{2 \times (0,15 + 0,15) \text{ m}} \right)^{3,5}] \left(\frac{180 + 180}{90} \right)^{0,5}$$

$$K = 0,262 \times 6$$

$$K = 1,572$$

Tabel 4.3 koefisien minor *losses* pipa spiral

No	Jumlah pipa spiral	Koefisien minor losses
1	12 lengkungan	1,572

4.8. Perhitungan head losses pada instalasi Ketel

4.8.1. Perhitungan head losses percobaan 1

Pada percobaan pertama (volume air 30 L) diketahui Debit aliran fluida sebesar 0,0654 Lpm maka:

1. Minor losses pada Elbow

$$H_{L \text{ minor}} = K \frac{v^2}{2g}$$

$$H_{L \text{ minor}} = 0,2 \frac{3,652^2 \text{ m/s}}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$H_{L \text{ minor}} = 0,135 \text{ m}$$

2. Mayor losses pada pipa keluar ketel

$$H_{L \text{ mayor}} = f \cdot \frac{L \cdot v^2}{D \cdot 2 \cdot g}$$

$$H_{L \text{ mayor}} = 0,0219 \times \frac{1,05 \text{ m} \times 3,652^2 \text{ m/s}}{0,0254 \text{ m} \times 2 \times 9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$H_{L \text{ mayor}} = 0,617 \text{ m}$$

3. Minor losses pada penyempitan mendadak (*sudden contraction*)

Untuk mengetahui minor *losses* pada penyempitan mendadak (*sudden contraction*) menggunakan persamaan dibawah ini:

$$h_c = \left(\frac{1}{C_c} - 1 \right)^2 \frac{V_2^2}{2g}$$

$$h_c = \left(\frac{1}{0,35} - 1 \right)^2 \frac{0,00865^2 \text{ m/s}}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$h_c = 0,0000131 \text{ m}$$

4. Minor losses pada pipa spiral

$$H_{L \text{ minor}} = K \frac{v^2}{2g}$$

$$H_{L \text{ minor}} = 1,567 \frac{0,00865^2 \text{ m/s}}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$H_{L \text{ minor}} = 0,00000599 \text{ m}$$

5. Pembesaran mendadak (*sudden expansion*)

Untuk mengetahui minor losses pada Pembesaran mendadak (*sudden expansion*) menggunakan persamaan dibawah ini:

$$h_e = \frac{v_1^2}{2g} \left[1 - \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^2 \right]^2$$

$$h_e = \frac{0,00865^2 \text{ m/s}}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2} \left[1 - \left(\frac{0,0127 \text{ m}}{0,0254 \text{ m}} \right)^2 \right]^2$$

$$h_e = 0,00000214 \text{ m}$$

6. Mayor losses pada pipa keluar dari kondensor

$$H_{L \text{ mayor}} = f \cdot \frac{L \cdot v^2}{D \cdot 2 \cdot g}$$

$$H_{L \text{ mayor}} = 0,844 \times \frac{0,27 \text{ m} \times 0,00215^2 \text{ m/s}}{0,0254 \text{ m} \times 2 \times 9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$H_{L \text{ mayor}} = 0,00000212 \text{ m}$$

7. Head losses total

$$H_{L \text{ Total}} = H_{L \text{ mayor}} + H_{L \text{ minor}}$$

$$H_{L \text{ Total}} = 0,617 + 0,00000212 + 0,135 + 0,0000131 + 0,00000599 + 0,00000214$$

$$H_{L \text{ Total}} = 0,752 \text{ m}$$

4.8.2. Perhitungan head losses percobaan 2

Pada percobaan pertama (volume air 35 L) diketahui Debit aliran fluida sebesar 0,0673 Lpm maka:

1. Minor losses pada Elbow

$$H_{L \text{ minor}} = K \frac{v^2}{2g}$$

$$H_{L \text{ minor}} = 0,2 \frac{3,745^2 \text{ m/s}}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$H_{L \text{ minor}} = 0,142 \text{ m}$$

2. Mayor losses pada pipa keluar ketel

$$H_{L \text{ mayor}} = f \cdot \frac{L \cdot v^2}{D \cdot 2 \cdot g}$$

$$H_{L \text{ mayor}} = 0,0218 \times \frac{1,05 \text{ m} \times 3,745^2 \text{ m/s}}{0,0254 \text{ m} \times 2 \times 9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$H_{L \text{ mayor}} = 0,645 \text{ m}$$

3. Minor losses pada penyempitan mendadak (*sudden contraction*)

Untuk mengetahui minor losses pada penyempitan mendadak (*sudden contraction*) menggunakan persamaan dibawah ini:

$$h_c = \left(\frac{1}{C_c} - 1 \right)^2 \frac{V_2^2}{2g}$$

$$h_c = \left(\frac{1}{0,35} - 1 \right)^2 \frac{0,00887^2 \text{ m/s}}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$h_c = 0,0000138 \text{ m}$$

4. Minor losses pada pipa spiral

$$H_{L \text{ minor}} = K \frac{v^2}{2g}$$

$$H_{L \text{ minor}} = 1,567 \frac{0,00887^2 \text{ m/s}}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$H_{L \text{ minor}} = 0,00000630 \text{ m}$$

5. Pembesaran mendadak (*sudden expansion*)

Untuk mengetahui minor losses pada Pembesaran mendadak (*sudden expansion*) menggunakan persamaan dibawah ini:

$$h_e = \frac{v_1^2}{2g} \left[1 - \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^2 \right]^2$$
$$h_e = \frac{0,00887^2 \text{ m/s}^2}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2} \left[1 - \left(\frac{0,0127 \text{ m}}{0,0254 \text{ m}} \right)^2 \right]^2$$

$$h_e = 0,00000225 \text{ m}$$

6. Mayor losses pada pipa keluar dari kondensor

$$H_{L \text{ mayor}} = f \cdot \frac{L \cdot v^2}{D \cdot 2 \cdot g}$$
$$H_{L \text{ mayor}} = 0,823 \times \frac{0,27 \text{ m} \times 0,00221^2 \text{ m/s}^2}{0,0254 \text{ m} \times 2 \times 9,81 \text{ m/s}^2}$$
$$H_{L \text{ mayor}} = 0,00000193 \text{ m}$$

7. Head losses total

$$H_{L \text{ Total}} = H_{L \text{ mayor}} + H_{L \text{ minor}}$$
$$H_{L \text{ Total}} = 0,645 + 0,00000193 + 0,142 + 0,0000138 + 0,00000630 + 0,00000225$$
$$H_{L \text{ Total}} = 0,787 \text{ m}$$

4.8.3. Perhitungan head losses percobaan 3

Pada percobaan pertama (volume air 40 L) diketahui Debit aliran fluida sebesar 0,0704 Lpm maka:

1. Minor losses pada Elbow

$$H_{L \text{ minor}} = K \frac{v^2}{2g}$$
$$H_{L \text{ minor}} = 0,2 \frac{3,913^2 \text{ m/s}^2}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2}$$
$$H_{L \text{ minor}} = 0,156 \text{ m}$$

2. Mayor losses pada pipa keluar ketel

$$H_{L \text{ mayor}} = f \cdot \frac{L \cdot v^2}{D \cdot 2 \cdot g}$$

$$H_{L \text{ mayor}} = 0,0216 \times \frac{1,05 \text{ m} \times 3,913^2 \text{ m/s}}{0,0254 \text{ m} \times 2 \times 9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$H_{L \text{ mayor}} = 0,696 \text{ m}$$

3. Minor losses pada penyempitan mendadak (*sudden contraction*)

Untuk mengetahui minor losses pada penyempitan mendadak (*sudden contraction*) menggunakan persamaan dibawah ini:

$$h_c = \left(\frac{1}{C_c} - 1 \right)^2 \frac{V_2^2}{2g}$$

$$h_c = \left(\frac{1}{0,35} - 1 \right)^2 \frac{0,00927^2 \text{ m/s}}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$h_c = 0,0000151 \text{ m}$$

4. Minor losses pada pipa spiral

$$H_{L \text{ minor}} = K \frac{v^2}{2g}$$

$$H_{L \text{ minor}} = 1,567 \frac{0,00927^2 \text{ m/s}}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$H_{L \text{ minor}} = 0,00000688 \text{ m}$$

5. Pembesaran mendadak (*sudden expansion*)

Untuk mengetahui minor losses pada Pembesaran mendadak (*sudden expansion*) menggunakan persamaan dibawah ini:

$$h_e = \frac{v_1^2}{2g} \left[1 - \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^2 \right]^2$$

$$h_e = \frac{0,00927^2 \text{ m/s}}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2} \left[1 - \left(\frac{0,0127 \text{ m}}{0,0254 \text{ m}} \right)^2 \right]^2$$

$$h_e = 0,00000246 \text{ m}$$

6. Mayor losses pada pipa keluar dari kondensor

$$H_{L \text{ mayor}} = f \cdot \frac{L \cdot v^2}{D \cdot 2 \cdot g}$$

$$H_{L \text{ mayor}} = 0,823 \times \frac{0,27 \text{ m} \times 0,00231^2 \text{ m/s}}{0,0254 \text{ m} \times 2 \times 9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$H_{L \text{ mayor}} = 0,00000227 \text{ m}$$

7. Head losses total

$$H_{L \text{ Total}} = H_{L \text{ mayor}} + H_{L \text{ minor}}$$

$$H_{L \text{ Total}} = 0,696 + 0,00000227 + 0,156 + 0,0000151 + 0,00000688 + 0,00000246$$

$$H_{L \text{ Total}} = 0,852 \text{ m}$$

4.9. Hasil Data Analisis *Head Losses*

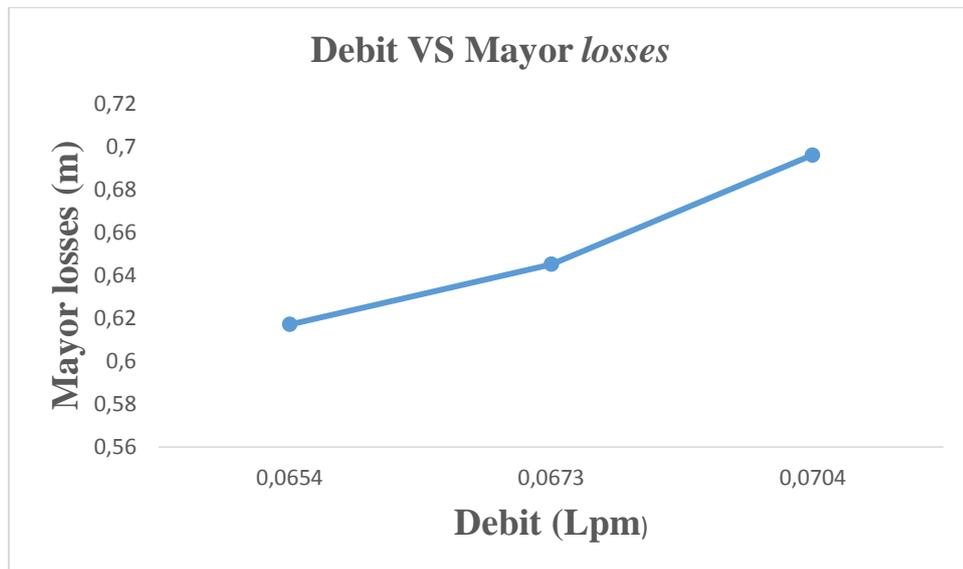
Setelah melakukan perhitungan dan analisa data maka diperoleh hasil seperti pada tabel dibawah ini

Tabel 4.4 Hasil Analisa Data

No	Debit(Q) (Lpm)	Jenis	Mayor Losses (m)	Minor Losses (m)	Losses Total (m)
1	0,654	Elbow		0,135	0,752
		Pipa P3	0,617		
		<i>sudden contraction</i>		0,0000131	
		Pipa P2		0,00000599	
		<i>sudden expansion</i>		0,00000214	
		Pipa P1	0,00000212		
2	0,0673	Elbow		0,142	0,787
		Pipa P3	0,645		
		<i>sudden contraction</i>		0,0000138	
		Pipa P2		0,00000630	
		<i>sudden expansion</i>		0,00000225	
		Pipa P1	0,00000193		
3	0,0704	Elbow		0,156	0,852
		Pipa P3	0,696		
		<i>sudden contraction</i>		0,0000151	
		Pipa P2		0,00000688	
		<i>sudden expansion</i>		0,00000246	
		Pipa P1	0,00000227		

A. Mayor Losses

Grafik mayor losses terhadap debit air dapat dilihat pada gambar 4.3

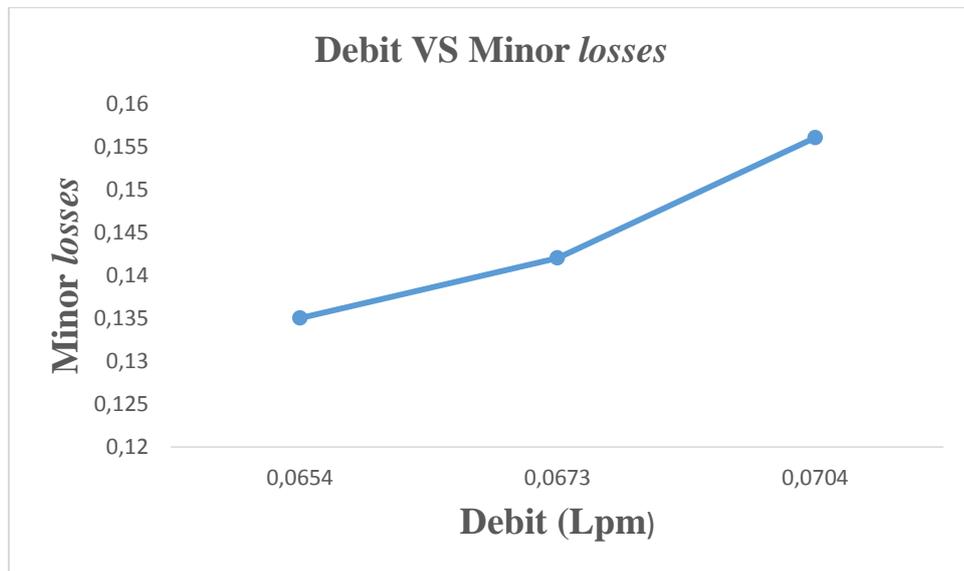


Gambar 4.3 Grafik hubungan mayor losses terhadap debit air

Berdasarkan gambar 4.3 dapat dilihat bahwa semakin banyak air yg keluar maka debit yang dihasilkan semakin besar sehingga akan menyebabkan minor losses meningkat. Mayor losses terbesar terjadi pada volume air 40L dimana debit yang dihasilka 0,0704 lpm yaitu sebesar 0,696 m. Sedangkan Mayor losses yang terjadi pada volume air 35L dimana debit yang dihasilka 0,0673 lpm yaitu sebesar 0,645 m. Untuk Mayor losses terkecil terjadi pada volume air 30L dimana debit yang dihasilka 0,0654 lpm yaitu sebesar 0,617 m.

B. Minor Losses

Grafik minor losses terhadap debit air dapat dilihat pada gambar 4.4

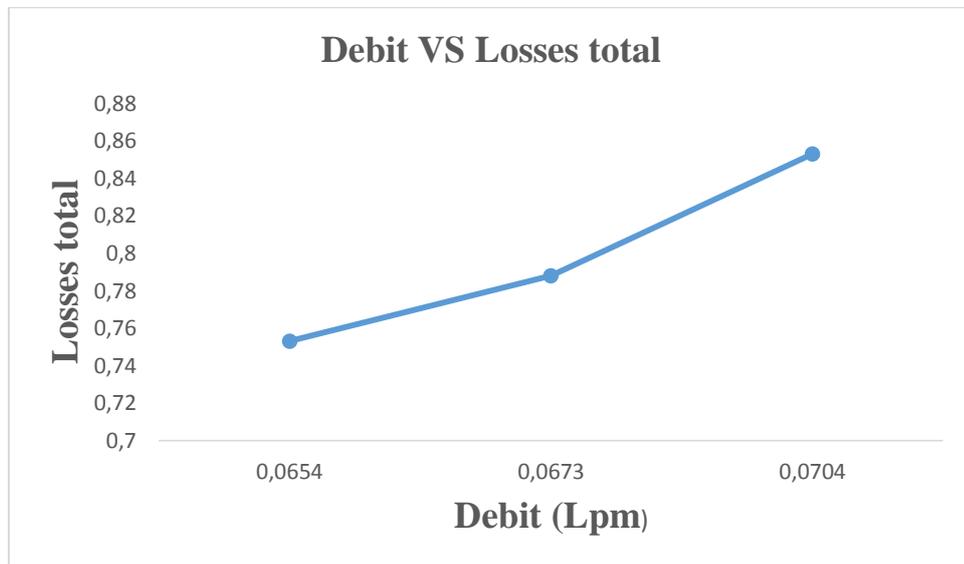


Gambar 4.4 Grafik hubungan minor losses terhadap debit air

Berdasarkan gambar 4.4 dapat dilihat bahwa semakin banyak air yg keluar maka debit yang dihasilkan semakin besar sehingga akan menyebabkan minor losses meningkat. Minor losses terbesar terjadi pada volume air 40L dimana debit yang dihasilka 0,0704 lpm yaitu sebesar 0,156m. Sedangkan Minor losses yang terjadi pada volume air 35L dimana debit yang dihasilka 0,0673 lpm yaitu sebesar 0,142 m. Untuk Minor losses terkecil terjadi pada volume air 30L dimana debit yang dihasilka 0,0654 lpm yaitu sebesar 0,135 m.

C. *Losses* Total

Grafik minor *losses* terhadap debit air dapat dilihat pada gambar 4.5



Gambar 4.5 Grafik hubungan *losses* total terhadap debit air

Berdasarkan gambar 4.5 dapat dilihat bahwa semakin banyak air yg keluar maka debit yang dihasilkan semakin besar sehingga akan menyebabkan *Losses* total meningkat. *Losses* total terbesar terjadi pada volume air 40L dimana debit yang dihasilka 0,0704 lpm yaitu sebesar 0,852 m. Sedangkan *Losses* total yang terjadi pada volume air 35L dimana debit yang dihasilka 0,0673 lpm yaitu sebesar 0,787 m. Untuk *Losses* total terkecil terjadi pada volume air 30L dimana debit yang dihasilka 0,0654 lpm yaitu sebesar 0,752 m.

4.10. Hasil Minyak Atsiri

Setelah melakukan percobaan hasil minyak atsiri dapat dilihat pada tabel dibawah ini

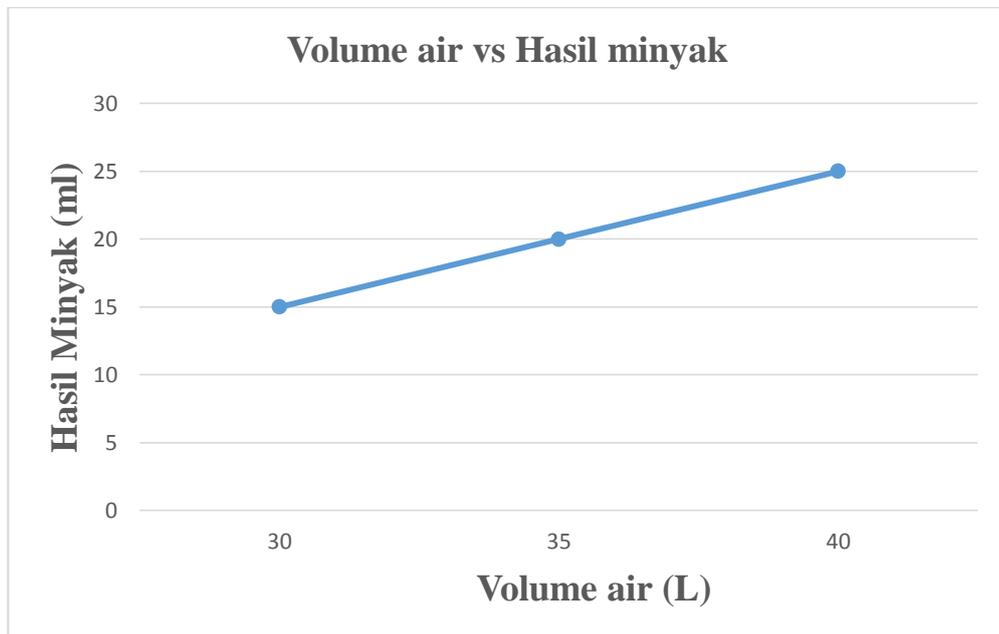
Tabel 4.5 Hasil Minyak Nilam

Percobaan	V air	BB	Waktu	Air Out	Hasil minyak atsiri
1	30 L	4 Kg	105 menit	6,875 L	15 ml 
2	35 L	4 Kg	111 menit	7,475 L	20 ml 
3	40 L	4 Kg	116 menit	8,175	25 ml 

Pada tabel 4.5 diatas dapat dilihat bahwa penaikan persentase pada percobaan 1 ke 2 kenaikan hasil minyak sebesar 25% sedangkan dari percobaan 2 ke 3 kenaikan hasil minyak sebesar 20%.

A. Hasil minyak atsiri

Grafik hasil minyak atsiri terhadap volume air dapat dilihat pada gambar 4.6



Gambar 4.6 Grafik hubungan hasil minyak atsiri terhadap volume air

Berdasarkan gambar 4.6 dapat dilihat bahwa volume air sangat mempengaruhi terhadap hasil minyak atsiri, semakin banyak volume air semakin banyak pula minyak yang dihasilkan. Hasil minyak atsiri terbesar dihasilkan pada volume air 40 L dimana hasil minyak yang diperoleh sebesar 25 ml, sedangkan di volume air 35 L minyak yang dihasilkan sebesar 20 ml dan hasil minyak yang terkecil dihasilkan pada volume air 30 L dimana hasil minyak diperoleh sebesar 15 ml.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Setelah melakukan pembahasan dan analisa terhadap data hasil perhitungan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Mayor losses terbesar terjadi pada debit 0,0704 lpm yaitu sebesar 0,696 m. Sedangkan mayor losses yang terjadi pada debit 0,0673 lpm yaitu sebesar 0,645 m. Untuk mayor losses terkecil terjadi pada debit 0.0654 lpm yaitu sebesar 0,617 m.
2. Minor losses terbesar terjadi pada debit 0,0704 lpm yaitu sebesar 0,156 m. Sedangkan minor losses yang terjadi pada debit 0,0673 lpm yaitu sebesar 0,142 m. Untuk minor losses terkecil terjadi pada debit 0.0654 lpm yaitu sebesar 0,135 m.
3. Semakin banyak jumlah volume air maka hasil minyak nilam yang diperoleh semakin banyak, pada percobaan volume air 40 liter minyak yang dihasilkan sebanyak 25 ml sedangkan pada percobaan volume air 35 dan 30 minyak yang dihasilkan sebanyak 20 ml dan 15 ml.

5.2. SARAN

Adapun saran agar alat penyulingan ini lebih baik lagi kedepannya Yaitu :

1. Diameter pipa pada alat penyulingan minyak atsiri sebaiknya menggunakan diameter pipa yang sama agar head loss yang terjadi lebih sedikit.
2. Sebaiknya sambungan-sambungan pada alat penyulingan minyak atsiri dikurangkan agar minor losses yang terjadi lebih sedikit
3. Diameter pipa sebaiknya menggunakan yang lebih besar agar mayor losses yang terjadi lebih sedikit.

DAFTAR PUSTAKA

- Anshori, J. Al, Sc, M., Hidayat, A. T., & Si, M. (2009). *Lembaga Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat*.
- Arifiansyah, V., Supardan, M. D., Riset, B., Banda, I., Cut, J., & Dhien, N. (2019). *Modifikasi Alat Penyuling Uap untuk Peningkatan Rendemen dan Mutu Minyak Nilam (Pogostemon cablin Benth) Modification of Steam Distillation Unit to Improve the Yield and Quality of Nilam Oil (Pogostemon cablin Benth)*. 14(1).
- Iv, B. A. B., Loses, F. M., & Teori, L. (n.d.). 1 □ □ □ □ 1 □ □ . 2.
- Jayanudin, J., & Hartono, R. (2011). Proses Penyulingan Minyak Atsiri Dengan Metode Uap Berbahan Baku Daun Nilam. *Teknika: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 7(1), 67. <https://doi.org/10.36055/tjst.v8i1.6706>
- Koensoemardiyah, 2010. (2010). *Judul Buku : A to Z Minyak Atsiri untuk Industri Makanan , Kosmetik , dan Aroma Terapi Pengarang : Koensoemardiyah S . Penerbit : Andi Publisher Tahun Terbit : ISBN : Tebal : xi + 78 Halaman*.
- Mulyadi, Ir. Margianto, M.T, Ena Marliana, S.T, M. . (2017). Pengaruh Jarak Semprot Nozzle Terhadap Putaran Poros Turbin Dan Daya Listrik Yang dihasilkan Pada Prototype Turbin Pelton. *Forum Teknik*, 30(1), 18–24.
- Rekayasa, S., Dan, K., Setiabudhi, J., Bandung, N., & Kunci, K. (2010). *DENGAN PENGIRIS VERTIKAL (SHALLOT SLICER) Tantan Widiantra * , Yusman Taufik , Yudi Garnida Mesin pengiris bawang merah adalah salah satu alat yang bertujuan untuk mendukung peningkatan hasil produksi irisan bawang merah , yang siap digoreng . harganya . 4–5*.
- Schaduw, J., Pojoh, J., & Djabar, T. (2012). ISOLASI DAN IDENTIFIKASI MINYAK ATSIRI PADA DAUN NILAM (Pogostemon cablin Benth). *Jurnal Ilmiah Farmasi Poltekkes Manado*, 3(2), 96568.
- Siregar, C., & Irfansyah, I. (2018). Studi Numerik Unjuk Kerja Penggunaan Winglet Pada Heat Exchanger Tipe Compact. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, 1(1), 20–29. <https://doi.org/10.30596/rmme.v1i1.2432>
- Sukmajaya A. P. T., I., Puspawati, N., & Bawa Putra, A. (2012). ANALISIS

KANDUNGAN MINYAK ATSIRI DAUN TENGGULUN (*Protium javanicum* Burm.F.) DENGAN METODE KROMATOGRAFI GAS-SPEKTROSKOPI MASSA. *Jurnal Kimia*, 6(2), 155–162.

Waspodo, W. (2017). Analisa Head Loss Sistem Jaringan Pipa Pada Sambungan Pipa Kombinasi Diameter Berbeda. *Suara Teknik: Jurnal Ilmiah*, 8(1), 1–12. <https://doi.org/10.29406/stek.v8i1.534>

Zainudin, Z., Adi Sayoga, I. M., & Nuarsa, M. (2012). Analisa Pengaruh Variasi Sudut Sambungan Belokan Terhadap Head Losses Aliran Pipa. *Dinamika Teknik Mesin*, 2(2), 75–83. <https://doi.org/10.29303/d.v2i2.97>

LAMPIRAN

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2021 – 2022**

Peserta seminar

Nama : Ferdiansyah Sinaga

NPM : 1707230098

Judul Tugas Akhir : Analisis Head Losses Pada Sistem Pemipaan Alat Penyulingan Minyak
Atsiri Kapasitas Ketel 5 Kilogram

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : H. Muharnif, ST, M.Sc
Pembanding – I : Riadini Wanty Lubis ST.MT
Pembanding – II : M Yani ST. MT

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1707230110	Fauzan Akbar	
2	1707230107	Muhammad Reza	
3	1707230097	FACHRUL ALDI	
4	1707230096	Daffa Taufiqurrahman	
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 18 Rajab 1443 H
19 Februari 2022 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Ferdiansyah Siraga
NPM : 1707230098
Judul Tugas Akhir : Analisis Head Losses Pada Sistem Pemipaan Alat Penyulingan Minyak
Atsiri Kapasitas Ketel 5 Kilogram

Dosen Pembanding – I : Riadini Wanty Lubis ST. MT
Dosen Pembanding – II : M. Yani 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 :

..... *Ulangi pada tugas akhir.*

.....

.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
- Perbaikan :

.....

.....

.....

Medan, 18 Rajab 1443 H
19 Februari 2022 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- I


Chandra A. Siregar, ST, MT


Riadini Wanty Lubis ST

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Ferdiansyah Sinaga
NPM : 1707230098
Judul Tugas Akhir : Analisis Head Losses Pada Sistem Pemipaan Alat Penyulingan Minyak
Atsiri Kapasitas Ketel 5 Kilogram

Dosen Pembanding – I : Riadini Wanty Lubis ST. MT
Dosen Pembanding – II : Riadini Wanty Lubis, 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 :

.....
*lihat pada draft skripsi, bagian akhir
harus direvisi*
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

Medan 18 Rajab 1443 H
19 Februari 2022 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- II



Chandra A. Siregar, ST, MT

M. Yani ST. MT



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 89/SK/BAN-PT/Akred/PT/III/2019

Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003

<http://fatek.umsu.ac.id> fatek@umsu.ac.id [umsumedan](https://www.facebook.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.instagram.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.linkedin.com/company/umsumedan) [umsumedan](https://www.youtube.com/channel/UC...)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 740/III.3AU/UMSU-07/F/2021

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 28 April 2021 dengan ini Menetapkan :

Nama : FERDIANSYAH SINAGA
Npm : 1707230098
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : VIII (DELAPAN)
Judul Tugas Akhir : ANALISIS HEAD LOSS PADA SISTEM PEMIPAAN ALAT
PENYULINGAN MINYAK ATSIRI KAPASITAS 5 KILOGRAM
Pembimbing : H. MUHARNIF, ST, M.Sc

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.

Medan, 16 Ramadhan 1442 H

28 April 2021 M



Dekan

Munawar Alfansury Siregar, ST., MT

NIDN: 0101017202



LEMBAR ASISTENSI

Nama : Ferdiansyah Sinaga

NPM : 1707230125

Dosen Pembimbing:

H. Muharnif M. S.T., M.Sc

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
	05-01-2022	Perbaiki Latar Belakang dan Rumusan masalah	f
	10-01-2022	Perbaiki Tujuan Penelitian	f
	19-01-2022	Perbaiki Analisa Data	f
	24-01-2022	Perbaiki Diagram alir	f
	29-01-2022	Perbaiki Kesimpulan dan Saran	f
	01-02-2022	Perbaiki daftar pustaka	f
	05-02-2022	All seminar Hasil	f

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama : Ferdiansyah Sinaga
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Tempat/ Tanggal Lahir : Partimbalan, 06-09-1999
Alamat : Huta II Partimbalan
Agama : Islam
E-mail : ferdiansyahsinaga442@gmail.com
No- Handphone : 082276575760

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

1. SD Negeri 091643 Partimbalan Tahun 2005-2011
2. Madrasah Tsanawiyah Asy Syi'ar Partimbalan Tahun 2011-2014
3. SMK Budhi Darma Tanah Merah, Indrapura Tahun 2014-2017
4. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2017-2022