Jurnal Ilmiah jurutera
Journal of Applied Engineering
ISSN 2356-5438

DESIGN AND TEST OF HEAT ABSORPTION USING HEAT PIPE CONDENSER FOR PATCHOULI ESSENTIAL DESTILAZION

M.Daffa Al Farizi [1], Nasruddin A.Abdullah [2], Fazri Amir [3], Amalia Harmin [4]

[1)] Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin, Universitas Samudra, Meurandeh - Langsa 24416, Aceh, Indonesia
[2,3,4)] Program Studi Teknik Mesin, Universitas Samudra, Meurandeh - Langsa 24416, Aceh, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat Artikel:
Dikirim 12 Juni 2025
Direvisi 06 Juli 2025
Diterima 21 Juli 2025
Dipublikasi 30 Desember 2025

***Keywoard's*:**
Condenser,
Essential oil,
Patchouli,
Heat pipe,
Nilam

DOI:
doi.org/10.55377/jurutera.v12i02.12082

A B S T R A C T

This study aims to design and analyze a heat pipe condenser for heat absorption in the patchouli essential oil distillation process. The condenser was equipped with 6 heat pipes to condense patchouli essential vapor into liquid. In this design, the pan used is made of stainless steel with a capacity of 5 kg. In this study, a spiral copper pipe is also equipped to support heat absorption during the patchouli essential oil distillation process. In this study, several tests were carried out. the first without using a heat pipe, then a test equipped with a heat pipe, and the last using a heat pipe but not using water in a stainless steel pan. From the results of the study after the distillation of patchouli essential oil is as follows with testing without using a heat pipe on the condenser, the results of the absorption power were 840 J, and those using heat pipes had an absorption power of 42,924 J, and those using heat pipes but not using water in the pan had an absorption power of 39,900 J. Where in this study the heat pipe successfully absorbed heat power during the distillation process of patchouli essential oil.

A B S T R A K

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis rancang bangun kondenser daya serap kalor pada proses penyulingan minyak atsiri nilam dengan dilengkapi oleh 6 buah pipa kalor yang berukuran 10 cm sebagai daya serap kalor dalam proses peyulingan minyak atisiri nilam. Pada rancang bangun kali ini panci yang digunakan bermaterial stainless steel dengan daya tampung 5 kg. Dalam penelitian kali ini juga dilengkapi pipa tembaga spiral untuk mendukung daya serap kalor pada saat proses penyulingan minyak atsiri nilam. Pada penelitian kali ini dilakukan beberapa pengujian yaitu yang pertama tanpa menggunakan pipa kalor, kemudian pengujian dengan dilengkapi pipa kalor, dan yang terakhir menggunakan pipa kalor tapi tidak menggunakan air dalam panci stainless steel. Dari hasil penelitian tersebut setelah dilakukan penyulingan atsiri nilam adalah sebagai berikut dengan pengujian tanpa menggunakan pipa kalor pada kondenser didapat kan hasil daya serap nya 840 J, dan yang menggunakan pipa kalor daya serap nya sebesar 42.924 J, dan yang menggunakan pipa kalor tapi tidak menggunakan air dalam panci daya serap nya adalah 39.900 J. Dimana dalam penelitian kali ini pipa kalor berhasil menyerap daya kalor pada saat proses penyulingan minyak atsiri nilam.

© 2025 Jurnal Ilmiah JURUTERA. Di kelola oleh Fakultas Teknik. Hak Cipta Dilindungi.

E-mail Coresponden : nasruddin@unsam.ac.id
© 2025 ISSN. 2356-5438. Fakultas Teknik Universitas Samudra

1. Pendahuluan

Tumbuhan nilam adalah salah satu tumbuhan yang hidup di semak tropis hutan Indonesia, tumbuhan nilam ini hidup liar di hutan tropis Indonesia sangat mudah kita untuk menemui tumbuhan nilam ini, sangking liarnya tumbuhan nilam ini sering kali semak belukar yang akan tumbuh mengganggu tumbuhan yang ditanami petani, tak jarang para petani yang tidak mengetahuinya memotong atau menebas tumbuhan nilam ini dan membuangnya begitu saja dikarenakan tidak mengetahui bahwasannya tumbuhan nilam ini memiliki nilai yang bisa dijual dengan harga yang fantastis dengan hanya memanfaatkan tumbuhan semak tropis. Tumbuhan nilam yang dibuang atau dibiarkan saja oleh para petani seharusnya bisa dimanfaatkan dengan cara disuling atau di destilasi dari hasil tumbuhan nilam yang sudah dipetik atau dipotong kemudian dijemur untuk dimasak menggunakan uap dan uap tersebut akan didinginkan kembali untuk diperoleh hasil minyak atsiri nilam tersebut.[1][2]

Minyak atsiri nilam adalah minyak yang merupakan hasil dari proses penyulingan dari tumbuhan nilam kering yang sudah dikeringkan, minyak atsiri ini memiliki manfaat yang sangat banyak oleh manusia yang menggunakannya, manfaat dari minyak atsiri nilam ini yaitu dapat berguna sebagai antiseptik, antibiotik yang digunakan sebagai campuran untuk menangkal antibacterial yang di mana tumbuhan nilam ini dapat menangkal bakteri sehingga dapat digunakan untuk campuran pembuatan sabun dan bahan kosmetik maupun produk lainnya yang dapat menangkal bakteri, tidak hanya itu minyak atsiri dalam ini memiliki juga manfaat yang tidak kalah bagus dari manfaat sebelumnya minyak atsiri nilam ini dapat diolah menjadi parfum di mana dalam proses pembuatan parfum minyak atsiri nilam adalah bahan baku yang menjadi bahan utamanya dikarenakan minyak nilam ini memiliki wangi yang khas. Selain itu tumbuhan nilam ini juga memiliki fungsi atau manfaat sebagai aroma terapi untuk penyembuhan mental untuk penyembuhan mental dan emosional apabila kita menghirup wanginya yang lembut dan khas, tidak hanya itu minyak atsiri nilam ini dapat juga diolah menjadi minyak rambut untuk mencegah kerontokan dan kerusakan pada rambut[3][4]

Untuk mengolah tumbuhan nilam ini menjadi minyak atsiri nilam dibutuhkan beberapa tahapan proses salah satu prosesnya yaitu penyulingan atau yang biasa disebut juga dengan destilasi, proses penyulingan ini adalah proses mengubah frasa dari gas menjadi cair, tumbuhan nilam yang sudah dikeringkan sudah bisa memasuki tahapan proses penggilingan ini yaitu dengan cara tumbuhan menyelam ini dikukus menggunakan air bersih hingga mendidih, air yang telah mendidih akan menguap dan akan melewati tumbuhan nilam yang sudah kering kemudian uap ini nanti akan didinginkan dengan suatu alat yang dinamakan kondenser yaitu adalah alat berubah alat berubah frasa dari gas menjadi cair, uap ini nanti akan diserap kalornya sehingga uap menjadi cair dan menghasilkan destilat adalah hasil akhir dari proses penyulingan atau hasil yang kita peroleh dari hasil alat kondenser.[5][6]

Kondenser pada proses penyulingan minyak atsiri nilam memiliki banyak ragam jenis dan tipenya, seperti yang sudah saya lihat sendiri di tempat kejadian yaitu tepatnya di Desa Simpang Jernih Aceh Timur, tidak hanya itu di berbagai macam ragam jurnal juga memiliki beberapa variasi-bentuk dari alat kondenser proses penyulingan minyak atsiri dalam ini, pada desa Simpang jernih yang telah saya kunjungi ini memiliki dua tipe kondenser yaitu yang pertama kondenser yang sangatsederhana berupa pipa stainless yang hanya direndam di dalam sebuah kolam yang tidak memiliki sirkulasi air, tipe kondenser jenis ini diyakini dan diketahui langsung dari petani minyak atsiri nilam yang ada di desa simpang jernih kurang maksimal untuk mendinginkan uap dikarenakan tidak adanya sirkulasi air yang berada di dalam kolam yang panjangnya 2m dengan pipa stainless steel 1 inchi ini pada permukaan air kolam mengeluarkan uap panas yang menandakan air sudah terlalu panas menyerap kalor dari pipa stainless dan tempat keluar dari minyak atsiri nilam masih mengeluarkan uap yang di mana berarti alat ini diyakini belum mampu untuk menyerap kalor. Pada tempat yang tidak jauh berada dari situ kita menemui petani yang kedua yaitu dengan tipe kondenser yang sedikit berbeda pada petani kedua ini menggunakan tipe kondenser dengan dua pipa yang saling berlapis di mana pipa yang berada di bagian dalam merupakan tempat mengalirnya uap dan lapisan pipa kedua yaitu untuk menyerap kalor yang ada pada uap dengan panjang 3m berbahan stainless steel pada kedua pipa tersebut dan dilengkapi dengan Sirkulasi air sehingga air tidak menjadi panas seperti pada petani pertama namun tipe kondenser ini walaupun mampu menanggulangi masalah air yang panas akibat menyerap kalor namun memiliki masalah yang sama pada proses akhirnya ya itu masih mengeluarkan uap yang di mana berarti sama saja wawasannya alat kondenser ini masih belum efisien atau efektif untuk menyerap kalor pada proses penyulingan minyak di sini dalam ini.[7][8]

Pada kondenser yang akan kita rancang bangun kali ini akan menggunakan pipa juga akan tetapi pipa ini akan kita bentuk spiral sehingga dapat menghemat tempat dan memiliki panjang pipa yang diinginkan dengan lebih efisien, pada proses pembuatan kondenser kali ini material yang digunakan sebagai tempat mengalirnya uap juga berbeda yaitu masing-masing dari mereka menggunakan material stainless steel di sini saya akan menggunakan material tembaga yang di mana memiliki konduktivitas termal yang sangat baik dalam menghantarkan panas sehingga nantinya kalor dapat dikeluarkan dengan baik juga, tidak hanya menggunakan pipa tembaga yang berbentuk spiral saja tetapi kita juga akan menambahkan sesuatu yang baru pada proses penyulingan pada alat kondenser kali ini yaitu menggunakan pipa kalor yang merupakan salah satu alat yang berfungsi sebagai penyerap kalor yang memiliki daya serap kalor yang tinggi juga, pipa kalor ini memiliki bentuk seperti pipa kecil dan memiliki ragam ukuran panjang dan pendek nya yang sangat dinamis sehingga mudah peletakannya yaitu hanya diletakkan pada tempat yang ingin kita letakkan untuk menyerap kalor, sebagai peneliti akan melakukan pengujian terhadap pipa tembaga spiral dan juga pipa kalor dalam konduktivitas termalnya dan daya serap kalornya.[8]

2. Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2024 di Universitas Samudra. Eksperimen dilakukan dalam rentang waktu dari pukul 08:00 WIB hingga 15:00 WIB selama tiga hari. Setiap percobaan menggunakan 2 liter air dalam setiap tabung destilasi. Sebelum penelitian dimulai, peneliti membuat diagram alur untuk mengukur produktivitas dan efisiensi destilasi.



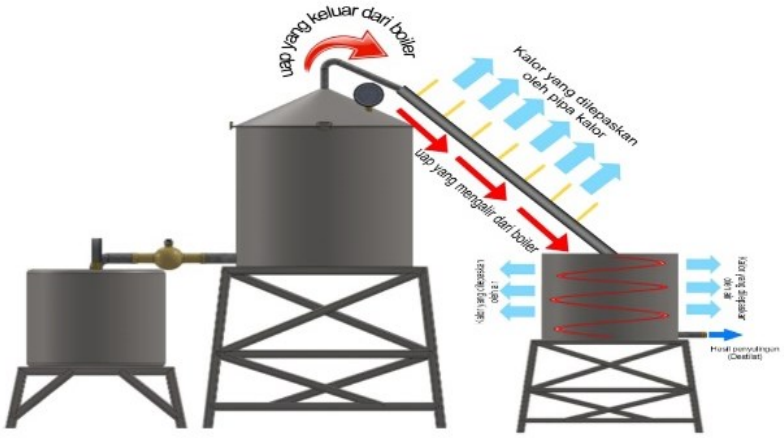
Gambar 1. Alat distilasi surya.

Penelitian dimulai dengan studi literatur tentang destilasi minyak atsiri nilam dengan dilengkapi pipa kalor. Setelah memahami teori yang mendukung penelitian, alat destilasi berbasi pipa kalor. Kemudian pembuatan alat dilakukan dengan alat utama, alat pendukung, dan bahan yang diperlukan, terdapat pada **Gambar 1** alat destilasi penyulingan minyak atsiri nilam.

2.1 Prinsip Kerja Alat Destilasi penyulingan minyak atsiri nilam.

Kondenser merupakan suatu alat dalam proses penyulingan atau pemurnian. Kondenser biasanya berbentuk tabung dan berfungsi sebagai tabung pendingin yang menyerap panas dari uap yang dihasilkan selama proses. Bahan dari kapasitor ini bermacam-macam, antara lain kaca, alumunium dan juga stainless steel. Di dalam kondenser terdapat suatu pipa kapiler berbentuk tabung yang bertugas mengalirkan uap dari boiler menuju pipa keluar yang kemudian menyebabkan terjadinya destilasi. Pipa kalor adalah komponen yang akan kita gunakan dalam proses penyulingan minyak atsiri nilam ini yang berfungsi sebagai pendingin yang telah bersuhu tinggi dikarenakan menyerap panas dari pipa spiral yang ada didalam tabung condenser.

Pipa kalor ini juga biasa disebut oleh banyak orang dengan sebutan pipa kalor ataupun juga pipa panas dikarenakan mampu mentransfer panas dengan baik. Pipa kalor ini didalam nya berisi cairan khusus yang dimana akan menguap dan akan masuk kedalam ruang vakum yang ada didalam pipa kalor, uap ini nanti akan ter-kondensasi dan menjadi cair kembali setelah dibuang panas nya dan cairan ini akan naik kembali ke evaporator melalui sumbu kapiler yang dimana cairan ini dapat naik kembali dikarenakan adanya tekanan kapilaritas. Tampak seperti gambar 4.4 yang berwarna kuning adalah pipa kalor sebanyak 6 buah yang berukuran 10 cm dan yang berwarna abu-abu adalah pipa stainless steel yang berukuran ½ inchi yang telah dilubangi sebagai tempat peletakan pipa kalor.

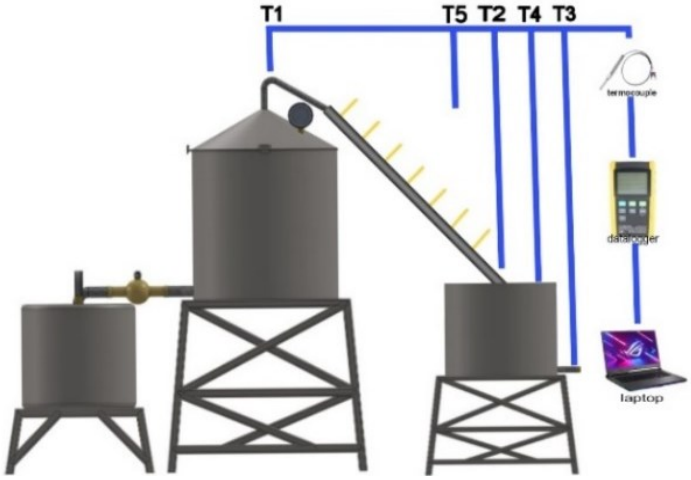


Gambar 2. Prinsip kerja distilasi surya.

2.2 Metode Pengujian dan Rencana Pengumpulan Data

Untuk menghasilkan suhu optimal pada kondenser, perhitungan di lakukan menggunakan data logger dan termokopel dengan cara sebagai berikut:

a. Rangkai alat di lengkapi dengan termokopel;
b. Pasang termokopel pada permukaan tabung kondenser;
c. Kemudian aliri uap panas saat proses pengoperasian
d. Sambungkan termokopel pada data logger untuk membaca suhu;
e. Pengolahan data.



Gambar 3. Skematik Pengujian

Untuk pengukuran suhu yang di gunakan adalah termokopel dan data loger. Termokopel di gunakan sebagai alat ukur inti perpindahan kalor pada kondenser yang akan di teruskan data loger sebagai pembacanya, adapun rangkaian untuk peletakan termokopel adalah sebagai berikut keterangan: T1 Tempat keluar uap dari panci engukusan nilam, T2 berupa saluran uap dalam pipa stainless steel setelah ada-nya penambahan pipa kalor, T3 merupakan tempat keluar hasil akhir (destilat), T4 merupakan suhu air dalam panci condenser, T5 berupa Suhu lingkungan.

Analisa perpindahan kalor pada kondenser tehadap beban kalor yang di serap dari pipa pada saat operasi yang perlu dilakukan dengan beberapa persamaan, yaitu, rumus perpindahan kalor :

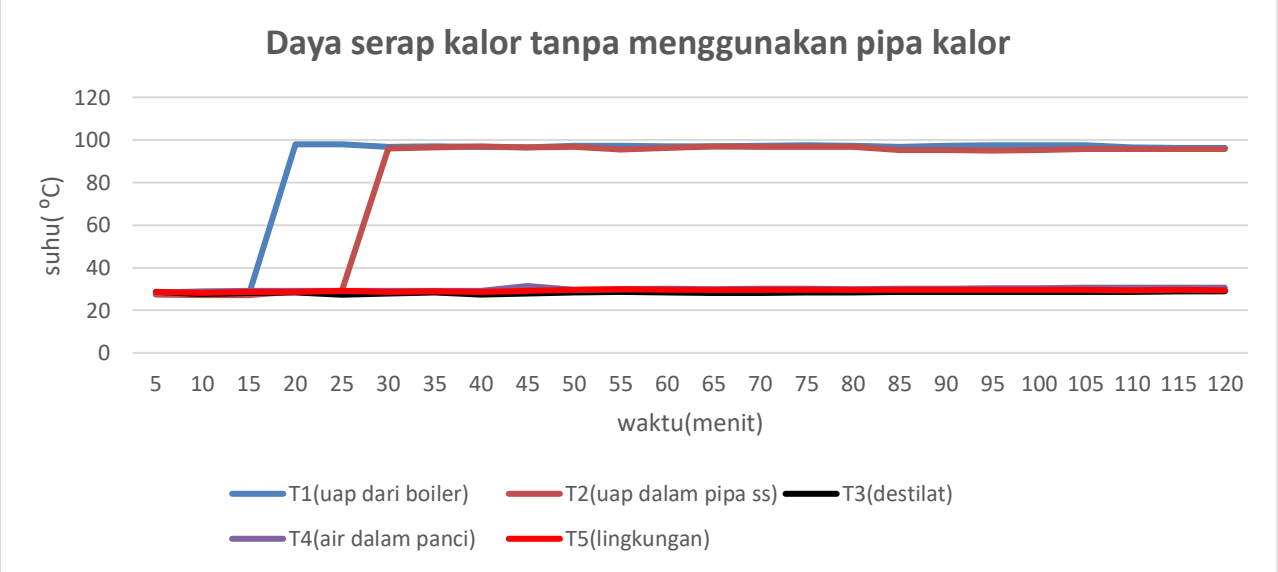
$$Q = m.cp.\Delta T$$

Keterangan :
Q = banyaknya kalor diterima atau dilepas suatu zatbenda tertentu(Joule)
m = massa benda yang menerima atau melepas kalor (kg)
cp = kalor jenis zat (J/kg^{o}C) ΔT= perubahan suhu (^{o}C)

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian, **Gambar 4** kali ini di T1 adalah titik pertama tempat masuk uap titik T1 suhu awal nya adalah 27,7 ^{o}C kemudian setelah masuknya uap suhu meningkat menjadi 97,9 ^{o}C dan seterusnya suhu yang turun paling rendah nya 96,1 ^{o}C dan naik pada suhu 97,4 ^{o}C paling tinggi pada titik termocouple T1, kemudian setelah +10 menit uap akan melewati pipa stainless sepanjang 1,5 meter pada ujung pipa ini terdapat titik termokopel T2 pada titik ini suhu awal nya 27,4 ^{o}C sebelum uap masuk dan setelah uap masuk suhu nya menjadi 96 ^{o}C dan begitu seterusnya, suhu yang paling tinggi pada titik T2 ini adalah 96,9 ^{o}C dan titik suhu terendah nya adalah 94,9 ^{o}C.

Setelah melewati pipa stainless steel uap akan masuk ke dalam pipa spiral yang direndam dalam air, disini akan ada titik T3 tempat kluar uap yang akan menjadi destilat suhu awal pada T3 ini adalah 28,5 ^{o}C dan suhu akhir nya 28,9 ^{o}C, suhu pada T3 ini stabil antara 27 ^{o}C hingga 28 ^{o}C waktu yang butuhkan untuk menjadi destilat +15 menit, dan T4 adalah suhu air yang menyerap panas dari pipa tembaga spiral suhu awal dari T4 28,3 ^{o}C dan terus meningkat menjadi 30,5 ^{o}C.[5][6]

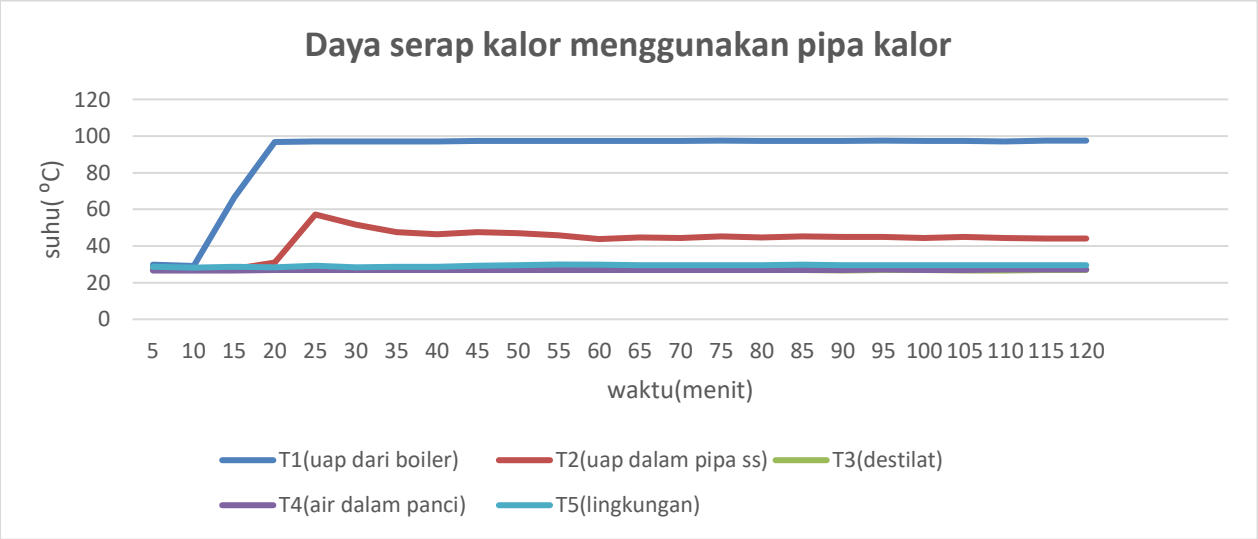


Gambar 4. Daya serap kalor tanpa menggunakan pipa kalor.

Gambar 5, gambaran pipa kalor antara T1 dan T2 tepat nya pada pipa stainless steel sepanjang 1,5 meter, kali ini di T1 suhu awal nya adalah 29,7 ^{o}C kemudian setelah masuknya uap meningkat menjadi 97,2 ^{o}C dan seterusnya suhu yang turun paling rendah nya 97,1 ^{o}C dan naik pada suhu 97,5 ^{o}C paling tinggi pada titik termocouple T1, kemudian uap akan melewati pipa stainless sepanjang 1,5 meter yang sudah kita tambahkan pipa kalor, pada ujung pipa ini terdapat titik termokopel T2 pada titik ini suhu awal nya 27,3 sebelum uap masuk dan setelah uap masuk suhu nya

menjadi 57,2 ºC pada titik T2 kali ini suhu turun secara perlahan hingga menyentuh titik 44 ºC dapat kita lihat bahwasan nya denga ada nya penambahan pipa kalor membantu daya serap kalor pada alat kondenser ini. [5][15]

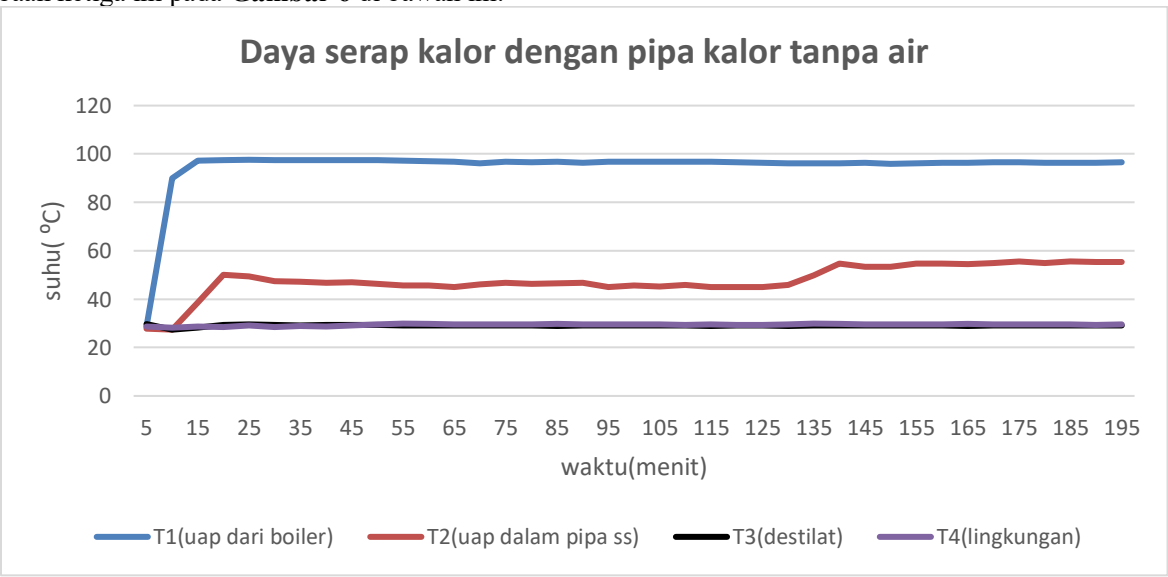
Pada titik termokopel T1 dan T2 mengalami perubahan daya serap kalor setelah adanya penambahan pipa kalor di antara T1 dan T2 disini kita dapat meihat bahwasan nya pipa kalor adalah kompenen daya serap yang baik apabila diterapkan dalam pengujian kali ini, untuk gambaran grafiknya pada **Gambar 5** yang berada di bawah ini :



Gambar 5. Daya serap kalor menggunakan pipa kalor.

Gambar 6 kali ini di T1 suhu awal nya adalah 28,6 ºC kemudian setelah masuknya uap suhu meningkat menjadi 97,3 ºC dan seterusnya suhu yang turun paling rendah nya 96 ºC dan naik pada suhu 97,6 ºC paling tinggi pada titik termocouple T1, kemudian uap akan melewati pipa stainless sepanjang 1,5 meter yang sudah ditambahkan pipa kalor, pada ujung pipa ini terdapat titik termokopel T2 pada titik ini suhu awal nya 27,7 sebelum uap masuk dan setelah uap masuk suhu nya menjadi 50,1 ºC dan begitu seterusnya, suhu yang paling tinggi pada titik T2 ini adalah 55,6 ºC dan titik suhu terendah nya adalah 45 ºC. [11][15]

Namun pada titik T2 kali mengalami kenaikan suhu secara perlahan yang berarti apabila kita tidak menggunakan air suhu pada T2 akan terus meningkat tidak akan efektif untuk jangka waktu yang lama. Untuk gambar grafiknya pada percobaan ketiga ini pada **Gambar 6** di bawah ini:



Gambar 6. Daya serap kalor dengan pipa kalor tanpa air

3.1 Hasil perhitungan daya serap kalor.

Pada penelitian ini peneliti menghitung daya serap suhu yang diserap oleh pipa kalor dari permukaan kondenser, yaitu melalui persamaan sebagai berikut :

$$Q = (m . Cp . \Delta T)$$

Q1 tanpa pipa kalor

= 0,2 kg/s . 4200 j/kg℃.(97,2℃ - 96,2℃)

= 0,2 kg/s . 4200 j/kg℃.1℃

= 840 J

Q2 dengan pipa kalor

= 0,2 kg/s . 4200 j/kg℃.(97,2℃ - 46,1℃)

= 0,2 kg/s . 4200 j/kg℃.51,1℃

= 42.924 J

Q3 tanpa air dengan pipa kalor

= 0,2 kg/s . 4200 j/kg℃.(96,7℃ - 49,2℃)

= 0,2 kg/m^3 . 4200 j/kg℃.47,5℃

= 39.900 J

3.2 Analisis perpindahan kalor

Melihat dari jurnal terdahulu bahwasan-nya uap yang masuk mencapai suhu 100^0 tanpa menggunakan pipa kalor, setelah ada nya penambahan pipa kalor dalam pengujian kali ini suhu yang kluar dari pengukusan nilam hanya 46,1 derajat celcius dengan adanya penambahan pipa kalor yang mampu menyerap panas uap dari pengukusan minyak nilam. Dari hasil penelitian kita ini bahwasan dapat diketahui langkah-langkah cara merancang bangun alat kondenser dengan penambahan pipa kalor sebagai daya serap kalor efektif. hasil penelitian pada kondenser dilengkapi dengan penambahan pipa kalor telah mendapat nilai dari data tersebut dapat di lihat bahwa laju aliran suhu mampu dikurangi sebanyak 51,1 ºC sehingga yang di dapat berada pada suhu optimal, dari suhu akhir yang di hasilkan sudah sesuai seperti dengan yang sudah diharapkan.[5][15]

Tabel 1. Analisis perpindahan kalor

Kondisi	Suhu awal	Suhu akhir
Tanpa menggunakan pipa kalor	97,2 ℃	96,2 ℃
Menggunakan pipa kalor	97,2 ℃	46,1 ℃
Tanpa menggunakan air	96,7 ℃	49,2 ℃

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian kita ini bahwasan dapat diketahui langkah-langkah cara merancang bangun alat kondenser dengan penambahan pipa kalor sebagai daya serap kalor efektif. hasil penelitian pada kondenser dilengkapi dengan penambahan pipa kalor telah mendapat nilai dari data tersebut dapat di lihat bahwa laju aliran suhu mampu dikurangi sebanyak 51,1 ºC sehingga yang di dapat berada pada suhu optimal, dari suhu akhir yang di hasilkan sudah sesuai seperti dengan yang sudah diharapkan. Dari hasil pengujian kondenser dilengkapi dengan penambahan pipa kalor didapatkan total daya serap kondenser yang optimal. Namun, untuk pengujian kondenser yang tidak dilengkapi dengan penambahan pipa kalor daya serapnya kurang baik, dan juga pengujian kondenser yang tidak dilengkapi dengan penambahan air tidak ditemukan hasil yang optimal. Hasil dari daya serap panas masing-masing adalah sebesar 840 J; 42.924 J; 39.900 J yang diperoleh dari hasil pengujian daya serap dengan pengambilan data menggunakan data logger. Rekomendasi dari penelitian ini adalah menggunakan alat kondenser yang dilengkapi dengan pipa kalor dikarenakan memiliki daya serap kalor yang lebih.

DAFTAR PUSTAKA

1. D. Ermaya, A. Patria, F. Hidayat, and F. Razi, "Pengembangan Minyak Nilam Sebagai Aromaterapi Dan Potensinya Sebagai Produk Obat," Rona Tek. Pertan., vol. 12, no. 2, pp. 58–63, 2019, doi: 10.17969/rtp.v12i2.14612.
2. T. P. A. Waruwu and S. Maimunah, "Formulasi Sediaan Minyak Nilam (Pogostemon Oil) Sebagai Pelembab," J. Ilmu Kesehat. Mandira Cendikia, vol. 1, no. 1, pp. 1–9, 2022.
3. R. Widowati, S. Handayani, and I. Lasdi, "AKTIVITAS ANTIBAKTERI MINYAK NILAM (Pogostemon cablin) TERHADAP BEBERAPA SPESIES BAKTERI UJI," J. Pro-Life, vol. 6, no. 3, pp. 237–249, 2019.
4. T. R. Rambe et al., "Pemanfaatan Minyak Atsiri Daun Nilam Untuk Mengobati Sakit Kepala," vol. 1, no. 9, pp. 62–68, 2022.
5. D. Risman Dika, "Perancangan Alat Penyulingan Minyak Nilam Kondenser Dan Separator," J. Tek. Mesin, vol. 09, no. 1, 2020.
6. M. Luthfi, R. Winarso, and R. Wibowo, "Rancang Bangun Boiler Dan Tangki Penguapan Minyak Atsiri Pada Mesin Destilator Dengan Metode Uap Berbahan Baku Daun Serai (Cymbopogon Nardus)," J. Crankshaft, vol. 1, no. 1, 2018, doi: 10.24176/crankshaft.v1i1.2586.
7. T. Mukhtar, H. P. Widayat, and Y. Abubakar, "Analisis Kualitas Minyak Nilam dan Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Petani Dalam Memilih Ketel Penyulingnya," J. Teknol. dan Ind. Pertan. Indones., vol. 12, no. 2, pp. 78–85, 2020, doi: 10.17969/jtipi.v12i2.17187.
8. Hidayati, "Distillation of Essential Oils From Pontianak Orange Peel Wastes and Its Utilization for Aromatherapy Soap," Biopropal Ind., vol. 3, no. 2, pp. 39–49, 2012.
9. C. A. Pangestu, "Rancang Bangun Dan Pengujian Model Kondenser Tipe Concentric Tube Counter Current Ganda Dengan Penambahan Sirip," 175.45.187.195, p. 31124, 2018, [Online]. Available: ftp://175.45.187.195/Titipan-Files/BAHAN WISUDA PERIODE V 18 MEI 2013/FULLTEKS/PD/lovita meika savitri (0710710019).pdf
10. D. R. Dika, "Perancangan Alat Penyulingan Minyak Nilam Kondenser Dan Separator," J. Tek. Mesin, vol. 9, no. 1, p. 15, 2020, doi: 10.22441/jtm.v9i1.6815.
11. Munawar Alfansury and W. Septiawan, "Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi," J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi, vol. 6, no. 1, pp. 137–143, 2023, [Online]. Available: http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RMME
12. A. R. Fachrudin, F. A. Frida, and A. H. Firdaus, "Analisis Variasi Tinggi Dan Jarak Antar Sirip Terhadap Kinerja Heat Pipe," Eksergi, vol. 17, no. 3, p. 173, 2021, doi: 10.32497/eksergi.v17i03.2974.
13. R. Hartono and U. Sultan Ageng Tirtayasa, "Proses Penyulingan Minyak Atsiri Dengan Metode Uap Berbahan Baku Daun Nilam," J. Sains dan Teknol., vol. 7, no. 1, pp. 67–75, 2017, [Online]. Available: www.atsiri-indonesia.com
14. A. As, ad Sonief, D. Sutikno, and D. Widhiyanuriyawan, "Optimalisasi Destilasi Nilam Kering melalui Pembekuan Pra Destilasi," J. Rekayasa Mesin, vol. 5, no. 1, pp. 97–105, 2014.
15. Y. G. Canceria, T. A. Ajiwiguna, and A. Suhendi, "Pemanfaatan Heat Pipe Sink Fan Untuk Alat Ukur Performansi Modul Pendingin Termoelektrik Heat Pipe Sink Fan Utilization for Performance Measurement of Themoelectric Cooler Module," vol. 5, no. 3, pp. 5731–5738, 2018.