

Monitoring Tekanan Uap Pada Tangki Penyulingan Nilam Menggunakan Mikrokontroler Arduino

Tole Sutikno^{1,3}, Riyan Prayoga², Handril Satriyan Purnama³

1. Master Program of Electrical Engineering, Faculty of Industrial Technology, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Indonesia
2. Department of Electrical Engineering, Faculty of Industrial Technology, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Indonesia
3. Embedded System and Power Electronics Research Group, Yogyakarta, Indonesia

ARTICLE INFORMATION

Article History:

Dikirimkan Desember 2023
Direvisi
Diterima

Keywords:

Penyulingan minyak nilam
sensor MPX5700Ap
Arduino Uno r3

Corresponding Author:

Tole Sutikno
Master Program of Electrical
Engineering, Faculty of
Industrial Technology,
Universitas Ahmad
Dahlan
Ring Road Selatan,
Tamanan, Banguntapan,
Bantul, Yogyakarta 55166,
Indonesia
Email: tole@te.uad.ac.i

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)



ABSTRACT

Patchouli oil is derived from the patchouli plant (pogostemon cablin benth) obtained through distillation process. Distillation is the separation of essential oils from aromatic plants based on the vapor pressure of each component comprising the plant. Patchouli oil is highly sought after as an export commodity due to its essential properties and enduring aroma needed in various products such as cosmetics, food industry, pharmaceuticals, and other necessities. However, most patchouli oil processing by farmers in Indonesia still utilizes traditional methods, which contribute to lower yields and quality. Therefore, to enhance the quality and production of patchouli oil, a vapor pressure monitoring device for patchouli oil distillation tanks has been developed. It is expected to serve as a reference for producers in determining optimal pressure conditions. The method employed in this device involves collecting vapor pressure data during the distillation process by setting and releasing pressure values as required.

The findings of this study indicate that the highest measured pressure reached 50 kPa, consistent with comparative tool measurements. This confirms that the developed device is suitable and effective for use in the distillation process. According to Ginting (2004), higher vapor pressures result in faster steam flow into the distillation kettle, reducing contact time between steam and patchouli leaves, consequently diminishing the amount of essential oil bound by water.

ABSTRAK

Minyak nilam berasal dari tanaman nilam (pogostemon calbin benth) yang diperoleh dari tanaman nilam melalui proses penyulingan. Penyulingan adalah pemisahan minyak atsiri dari tanaman aromatik berdasarkan tekanan uap masing-masing komponen penyusun tanaman tersebut. Hasil dari minyak nilam sangat diminati komoditi ekspor karena sifat dan daya tahan aroma yang dihasilkan sangat diperlukan dalam produk-produk dalam bahan campuran kosmetik, industri makanan, farmasi, dan kebutuhan lainnya. Tetapi, pada sebagian besar pengolahan minyak nilam yang dilakukan oleh petani di Indonesia masih menggunakan metode tradisional yang mana pada metode ini memiliki banyak faktor yang membuat hasil dan kualitas dari minyak nilam menjadi rendah.

Oleh karena itu untuk meningkatkan kualitas dan produksi dari minyak nilam maka dirancang sebuah alat monitoring tekanan uap pada tangki penyulingan minyak nilam. Yang diharapkan dapat menjadi acuan produsen untuk menentukan tekanan yang optimal. Metode yang digunakan pada alat ini yaitu dengan cara mengumpulkan tekanan uap hasil dari proses penyulingan dengan cara menentukan nilai tekanan pada alat yang dibuat dan melepaskan tekanan uap jika nilai tekanan sesuai yang diinginkan.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan hasil pengukuran tertinggi yaitu sebesar 50 Kpa dan nilai yang didapatkan sesuai dengan alat perbandingan yang digunakan hal ini dapat disimpulkan bahwa alat yang dibuat telah sesuai dan bisa digunakan dalam proses penyulingan. Menurut (Ginting 2004) semakin tinggi uap semakin cepat aliran uap yang masuk kedalam katel suling sehingga kontak antara uap air dengan daun nilam menjadi singkat, akibatnya minyak atsiri yang terikat oleh air semakin sedikit.

Citation Document:

Riyan Prayoga and Tole Sutikno, Monitoring Tekanan Uap Pada Tangki Penyulingan Nilam Menggunakan Mikrokontroler Arduino. *Buletin Ilmiah Sarjana Teknik Elektro*, vol. 3, no. 1, pp. xx-xx, 2024. DOI: [10.12928/biste.v3i1.xxx](https://doi.org/10.12928/biste.v3i1.xxx)

1. INTRODUCTION

Minyak nilam yang diperoleh dari tanaman nilam merupakan salah satu komoditas ekspor unggulan yang belum sepenuhnya dikenal di Indonesia, tetapi sudah cukup dikenal di pasar Internasional. Indonesia sebagai produsen minyak nilam terbesar didunia memproduksi sekitar 800 ton per tahun, menyumbang sekitar 700% dari kebutuhan global akan minyak nilam [6].[7] Tanaman Nilam (*pogostemon cablin benth*) menghasilkan minyak atsiri dari berbagai bagian seperti daun, bunga, buah, batang, dan akar. Minyak atsiri yang diekstraksi dari tanaman nilam digunakan sebagai bahan campuran dalam dunia kosmetik, industri makanan, farmasi, dan kebutuhan lainnya[3][4]. Penggunaan minyak nilam sebagai Fiksatif terhadap bahan pewangi lain bertujuan agar aroma dapat bertahan lama [5]

Minyak nilam diproduksi dengan cara penyulingan baik dengan uap (kukus) maupun uap bertekanan tinggi[6].[7] Proses penyulingan dapat diartikan sebagai pemisahan minyak atsiri dari tanaman aromatik berdasarkan perbedaan tekanan uap masing-masing komponen penyusun tanaman tersebut[8]. Proses ini dilakukan terhadap minyak atsiri yang tidak larut dalam air, proses penyulingan minyak atsiri harus selalu diawasi agar hasilnya maksimal. Tekanan harus selalu diperhatikan dalam proses destilasi untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Dalam mengatasi kelemahan penyulingan dengan cara tradisional,[9] alat monitoring tekanan uap berbasis arduino dikembangkan untuk memantau tekanan uap pada proses penyulingan minyak nilam. Perancangan ini bertujuan untuk memberikan acuan bagi produsen dalam menentukan tekanan optimal dalam proses penyulingan perancangan alat ini terdiri dari sensor MPX5700Ap sebagai sensor pendeteksi tekanan uap dan Arduino Uno r3 sebagai mikrokontroler yang diharapkan dapat mengurangi kelemahan pada proses penyulingan secara tradisional dan meningkatkan kualitas serta hasil dari minyak yang dihasilkan.

Saat ini sebagian besar proses penyulingan minyak nilam masih menggunakan teknik konvensional beberapa kelemahan teknik ini yaitu:

1. Durasi proses penyulingan minyak nilam memerlukan waktu yang cukup lama
2. Penggunaan sistem pemanas yang masih tradisional menyebabkan suhu dan tekanan uap yang rendah
3. Proses penyulingan didesain hanya menggunakan kayu bakar sebagai bahan bakar utama
4. Suhu minyak nilam yang keluar masih terlalu tinggi

Kelemahan-kelemahan tersebut mengakibatkan proses penyulingan minyak nilam tidak efisien dengan biaya operasional dan penggunaan bahan bakar yang relatif tinggi serta rendamen nilam yang tidak optimal [10]

2. METHODS

Objek yang akan diteliti pada penelitian ini adalah mengukur nilai tekanan uap pada penyulingan minyak nilam. Penelitian ini menggunakan sensor MPX5700Ap sebagai sensor utama dan sebagai pendeteksi tekanan uap yang keluar. Hasil dari pembacaan sensor tersebut akan ditampilkan pada LCD dan akan mengkontak relay tergantung nilai yang dihasilkan pada pembacaan sensor jika nilai tekanan kurang dari 15 Kpa maka relay off dan solenoid tertutup dan jika tekanan lebih dari 20 Kpa maka relay on solenoid akan terbuka. Penelitian ini dilakukan di Minomartani, Sleman, Yogyakarta. Untuk mempermudah penelitian dibangunlah prototipe alat penyulingan yang terdiri dari tangki pengukus, pipa penyalur uap, tangki pendingin, dan alat monitoring tekanan uap.

Proses penelitian dilakukan pada proses penyulingan, dalam hal ini proses penyulingan dilakukan menggunakan sistem destilasi yaitu mendinginkan uap menjadi zat cair. Pada saat proses penyulingan tanaman nilam yang sudah melalui proses pengeringan akan dicampur kedalam tangki dengan air dan tangki akan dipanaskan sehingga air dan nilam akan mendidih proses mendidihnya nilam dan air akan menciptakan uap yang akan melalui pipa pendingin.

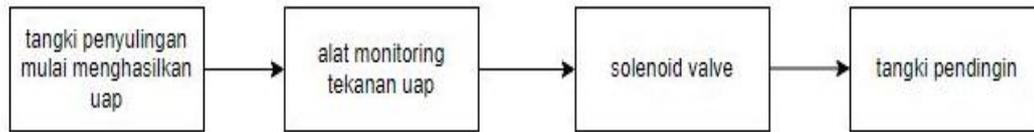
Alat monitoring tekanan uap akan dipasang dengan cara memasang solenoid valve ke pipa pendingin dan sensor MPX5700Ap ke pipa penanda setelah pemasangan sensor maka proses akan berjalan dengan cara, saat sensor MPX5700Ap mendeteksi tekanan yang diberikan maka sensor akan mengirim sinyal ke mikrokontroler input dan mikrokontroler akan mengirim sinyal output ke solenoid sebagai keluaran setelah proses ini bekerja maka solenoid akan terbuka dan uap akan mengalir keluar ke saluran pipa pendingin.

Ketika tangki dalam keadaan kosong, elektroda tidak terhubung dengan yang lain sehingga tegangan masuk ke mikrokontroler sebagai data digital dengan kode LOW yang menjadi input mikrokontroler, kemudian sinyal tersebut akan diproses berdasarkan program yang dibuat untuk mengaktifkan sistem .

Tekanan awal yang dideteksi sensor MPX5700Ap sebesar 0 kPa dengan output 0,2 volt DC masuk ke mikro kontroler kemudian diproses sehingga akan tampil ke LCD. Tekanan uap naik secara bertahap proses

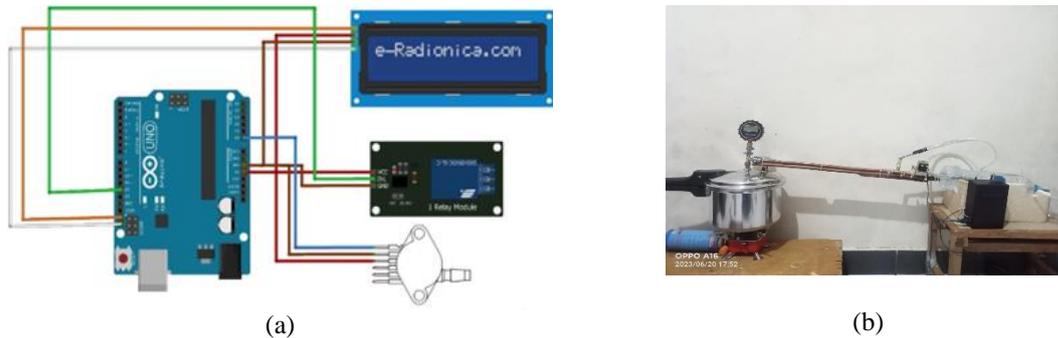
ini akan terbaca oleh sensor MPX5700Ap. Air akan mulai berkurang seiring dengan terjadinya penguapan, proses ini akan terbaca oleh sensor tekanan MPX5700 dan sensor. Kemudian tekanan uap dan suhu akan turun secara perlahan yang akan dibaca oleh sensor tekanan dan sensor suhu kemudian diproses ke mikrokontroler yang akan ditampilkan ke LCD I2C 16x2.

Setelah proses tersebut selesai maka sensor MPX5700Ap akan mendeteksi tekanan dalam tangki yang mulai menurun oleh karena itu sensor MPX kembali mengirimkan sinyal ke mikrokontroler untuk diteruskan ke solenoid agar valve tertutup dan proses penyulingan selesai.

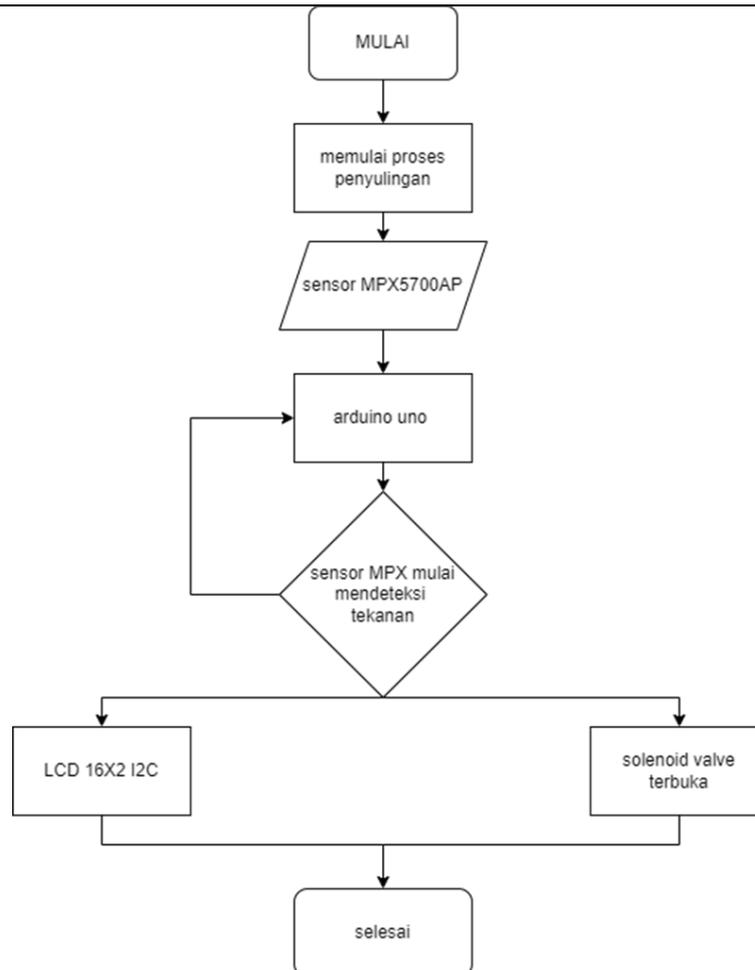


Gambar 2.0 Diagram Alir

2.1. System Design



Gambar 1 (a) Skema Rangkaian (b) Tampilan Alat Dan Sistem Monitoring Tekanan Suhu Pada Tangki Penyulingan Minyak Nilam



Gambar 3 flowchart sistem monitoring tekanan uap monitoring tekanan uap pada tangki penyulingan nilam menggunakan mikrokontroller arduino

2.3. Algorithm

Rangkaian sistem otomasi yang terdiri dari sensor tekanan MPX5700AP. Dengan keluaran sistem otomasi berupa LCD 16x2 dan relay. Sensor MPX5700AP memiliki enam pin, tetapi hanya tiga yang digunakan: pin Vout, VCC, dan GND. Pin Vout terhubung ke analog (A0) mikrokontroler. Pin LCD terhubung ke mikrokontroler dan menampilkan karakter yang sesuai dalam program mikrokontroler. Sistem otomasi ini digunakan untuk mengontrol tekanan uap dengan menggunakan sensor MPX5700AP sebagai input ke mikrokontroler. Sinyal dari mikrokontroler mengaktifkan atau memutuskan relay, yang membuka dan menutup katup solenoid sesuai dengan setpoint yang ditentukan.

3. RESULT AND DISCUSSION

Berdasarkan spesifikasi sistem yang telah dijabarkan sebelumnya selanjutnya dilakukan pengujian terhadap sistem menggunakan metode pengujian. Tujuan pengujian ini untuk membuktikan apakah sistem yang diimplementasikan telah memenuhi spesifikasi yang telah direncanakan sebelumnya, hasil pengujian akan dimanfaatkan untuk menyempurnakan kinerja sistem dan sekaligus digunakan dalam pengembangan lebih lanjut. Metode pengujian dilakukan berdasarkan fungsi operasional dan beberapa parameter yang ingin diketahui dari sistem tersebut. Data yang diperoleh dari metode pengujian yang dipilih tersebut dapat memberikan informasi yang cukup untuk penyempurnaan sistem. Dalam penelitian ini digunakan dua macam metode pengujian yaitu pengujian fungsional dan pengujian kinerja sistem yang diimplementasikan dapat memenuhi persyaratan fungsi operasional seperti yang direncanakan. Pengujian kinerja sistem dimaksudkan untuk memperoleh beberapa parameter yang dapat menunjukkan kemampuan dan kehandalan sistem dalam menjalankan fungsi operasionalnya

Dari hasil penelitian ini didapatkan hasil pengukuran tertinggi yaitu sebesar 50 Kpa dan dalam penelitian yang dilakukan oleh[5] rendamen terbesar yang didapatkan adalah sebesar 0,5 Bar atau jika dikonversikan ke Kpa sebesar 50 Kpa hal ini dapat disimpulkan bahwa alat yang dibuat telah sesuai dan bisa

digunakan dalam proses penyulingan. Menurut[11] semakin tinggi uap semakin cepat aliran uap yang masuk kedalam katel suling sehingga kontak antara uap air dengan daun cengkeh menjadi singkat, akibatnya minyak atsiri yang terikat oleh air semakin sedikit.

3.1. RESULT SENSOR MPX MPX5700Ap

Pada pengujian ini data diambil berdasarkan percobaan langsung ke tangki penyulingan dengan cara tangki di panaskan dan di isi air untuk di didihkan tujuan percobaan ini dimaksudkan untuk menentukan parameter sensor untuk nilai awal atau set point agar menjadi nilai awal yang kemudian dimasukkan ke program untuk menentukan nilai dari relay untuk open dan close untuk memicu solenoid Valve. Untuk menentukan nilai kPa pada sensor MPX5700Ap dilakukan kalibrasi pada program dengan rumus dengan menentukan nilai pada sensor dengan jika nilai kurang dari 15 kpa untuk posisi Valve tertutup dan nilai 20 kpa untuk Valve terbuka.

Tabel 1. Hasil Pembacaan Sensor Tekanan MPX5700Ap dan Pressure Gauge

No	Pembacaan Sensor MPX5700Ap (kPa)	Pembacaan <i>Pressure Gauge</i> Digital	<i>Error</i>
1	20,90	21	5,22%
2	21,66	22	4,48%
3	22,42	23	4,24%
4	26,22	26	3,88%
5	28,58	28	3,65%
6	29,26	29	3,48%
7	31,54	30	3,50%
8	32,36	32	3,16%
9	35,34	35	2,88%
10	36,06	36	2,78%
11	37,62	37	2,75%
12	38,30	38	2,65%
13	40,66	40	2,54%
14	42,95	42	2,43%
15	44,47	44	2,30%
16	45,23	45	2,23%

No	Pembacaan Sensor MPX5700Ap (kPa)	Pembacaan <i>Pressure Gauge</i> Digital	<i>Error</i>
17	46,75	46	2,21%
18	47	47	0
19	48,27	48	2,10%
20	50,55	50	2,02%

Data pada tabel 1 merupakan data yang diambil langsung pada tangki penyulingan pada percobaan ini menggunakan bahan baku tanaman nilam sebanyak 50 gram dan proses penyulingan selama 30 menit dan dapat disimpulkan bahwa nilai awal dari 0,13 – nilai ini dapat berubah tergantung dari kondisi tangki penyulingan dan titik tertinggi dari percobaan ini adalah 50,5. Nilai tersebut dapat berubah tergantung kondisi suhu tangki dan banyaknya bahan baku yang digunakan semakin banyak bahan baku yang digunakan semakin besar juga uap yang dihasilkan. Penerapan Data di atas didapat berdasarkan dengan membandingkan langsung antara alat ukur yang sudah dijual bebas dipasar (*pressure gauge*) dan sensor tekanan MPX570ap. Dari hasil data diatas, dapat diperoleh jumlah toleransi eror dengan cara dengan menggunakan jumlah error 11,89 dibagi banyaknya error 22, maka diperoleh toleransi error sebesar 0,540 kPa.

Dari hasil penelitian ini kesalahan pengukuran dapat disebabkan oleh berbagai faktor, salah satunya adalah sensitivitas antar alat pengukur tekanan. Dan alat pembanding (*pressure gauge*) berbeda untuk alat pembanding sensitivitas alat ini dimulai pada nilai 20 kPa oleh sebab itu penyesuaian dan kalibrasi pada sensor tekanan diperlukan agar nilai yang didapat sama dengan nilai pada alat pembanding.

3.1. Pengujian Tampilan Pada LCD

Pengujian tampilan pada LCD ini dilakukan dengan memberikan perintah pada mikrokontroler yang bertujuan untuk menampilkan karakter pada LCD

a. Tampilan LCD pada saat valve tertutup

LCD 16x2 kondisinya dapat berubah-ubah sesuai tekanan yang terdapat pada ketel penyulingan. Hasil dari LCD saat kondisi *Valve* terbuka terbuka dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4.tampilan LCD pada saat *Valve* tertutup

Tabel 2 uji tampilan LCD keadaan *Valve* tertutup

Program	Keterangan
<pre>if((kpa > 20)){ digitalWrite(relay,LOW);</pre>	Jika nilai kpa lebih dari 20 maka relay

<pre>lcd.print("Valve = open"); lcd.setCursor(0, 1);</pre>	<p>membaca 0 dikarenakan relay yang digunakan adalah normali close maka perintah yang di baca akan membuka relay/open</p>
--	---

adalah tampilan LCD 16x2 saat kondisi Valve Close, LCD akan menampilkan kata Valve = Close yaitu Valve dalam kondisi tertutup dan kpa = 0,37 menunjukkan nilai tekanan pada saat pengujian. Tampilan LCD Pada Saat Valve Tertutup

b. Tampilan LCD pada saat valve terbuka

LCD kondisinya dapat berubah-ubah sesuai tekanan yang terdapat pada ketel penyulingan. Hasil dari LCD saat kondisi Valve terbuka dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 tampilan LCD pada saat Valve terbuka

Tabel 3 uji tampilan LCD keadaan Valve terbuka

Program	Keterangan
<pre>else if((kpa < 20)){ digitalWrite(relay,HIGH); lcd.print("Valve = close"); lcd.setCursor(0, 1);</pre>	<p>Jika nilai kpa kurang dari 20 maka relay membaca 1 dikarenakan relay yang digunakan adalah normali close maka perintah yang di baca akan membuka relay/close</p>

4. CONCLUSIONS

Saran-saran yang dapat diberikan terkait penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pada Sistem Pemantauan Tekanan Uap di Tangki Penyulingan Minyak Nilam ini, terdapat sensor tekanan dengan batas maksimal 100 kPa. Oleh karena itu, diharapkan untuk masa yang akan datang dapat menggunakan dimensi tangki dan sensor yang mampu mengukur tekanan dan suhu dalam rentang yang melampaui rentang sebelumnya.
2. Pada Sistem Monitoring Tekanan Uap Pada Tangki Penyulingan Minyak Nilam belum ada pemanas atau heater listrik, sehingga pengembangan kedepannya dapat direalisasikan.
3. Pada penelitian Sistem Monitoring Tekanan Uap Pada Tangki Penyulingan Minyak Nilam diharapkan ke depannya menggunakan tangki penyulingan dengan kualitas terbaik karena jenis media penyulingan sebagai objek penelitian yaitu tangki penyulingan mempengaruhi hantar panas yang berbeda hal ini menyebabkan sensor suhu kurang maksimal dalam membaca suhu.

ACKNOWLEDGEMENT

Tuliskan ucapan terima kasih

REFERENCES

Referensi utama adalah jurnal nasional dan jurnal internasional. Referensi minimal berjumlah 20 buah. Referensi harus berasal dari sumber yang paling relevan dan 80 persen dari total referensi merupakan referensi terkini (minimal 5 tahun dari tahun ini). Referensi dituliskan menggunakan gaya IEEE. Penggunaan format referensi secara konsisten seperti pada contoh berikut (9 pt):

- [1] Aritonang, W, I A Bangsa, "Implementasi Sensor Suhu DS18B20 Dan Sensor Tekanan MPX5700AP Menggunakan Mikrokontroler Arduino Pada Alat Pendeteksi Tingkat Stress." *Jurnal Ilmiah Wahana* ... 7(1): 153–60 2021.
- [2] Audiana, Virna Umro, Muhamad Rifa'i, and Fathoni Fathoni, "Rancang Bnagun Kontrol Suhu Pada Tungku Pemanas Mesin Destilasi Minyak Atsiri Daun Nilam Menggunakan PLS S7 1200 Dan HMI." *Jurnal Elektronika dan Otomasi Industri* 7(1): 29. 2021.
- [3] Firdaus, Fachnur, and Syamsir Abduh, "Perancangan Sistem Otomasi Tekanan Uap, Suhu, Dan Level Air Pada Distilasi Air Dan Uap Menggunakan Mikrokontroler." *JETri* 14(1): 75–88. 2016.
- [4] Ginting, S., Pengaruh Lama Penyulingan Terhadap Rendemen Dan Mutu Minyak Atsiri Daun Sereh Wangi, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, 2004,
- [5] Gunawan, Wien. "Kualitas dan nilai minyak atsiri, implikasi pada pengembangan turunannya." Makalah disampaikan pada Seminar Nasional dengan tema: Kimia Bervisi SETS (Science, Environment, Technology, Society) Kontribusi Bagi Kemajuan Pendidikan dan Industri. Disampaikan Himpunan Kimia Indonesia Jawa Tengah, pada tanggal. Vol. 21. 2009.
- [6] Hariyani, Widaryanto Eko dan Herlina Ninuk, "Pengaruh Umur Panen Terhadap Rendemen Dan Kualitas Minyak Atsiri Tanaman Nilam (Pogostemon Cablin Benth .) The Influence Of Age Harvest On Yield And An Essential Oil Quality Of Patchouli (Pogostemon Cablin Benth .)." *Jurnal Produksi Tanaman* 3(3): 205–11. 2015.
- [7] H. S. Kusuma and M. Mahfud, "The extraction of essential oils from patchouli leaves (Pogostemon cablin benth) using a microwave air-hydrodistillation method as a new green technique," *RSC Adv.*, vol. 7, no. 3.
- [8] W. E. dan H. N. Hariyani, "PENGARUH UMUR PANEN TERHADAP RENDEMEN DAN KUALITAS MINYAK ATSIRI TANAMAN NILAM (Pogostemon cablin Benth .) THE INFLUENCE OF AGE HARVEST ON YIELD AND AN ESSENTIAL OIL QUALITY OF PATCHOULI (Pogostemon cablin Benth .)," *J. Produksi Tanam.*, vol. 3, no. 3, pp. 205–211, 2015.
- [9] R. Ari, L. Panga, I. W. Puguh, H. Hastian, H. Amin, and S. Suhardin, "Analisis Mutu Pengolahan Nilam Rakyat Di Kecamatan Tirawuta Kabupaten Kolaka Timur," *J. Sultra Sains*, vol. 4, no. 1, pp. 19–30, 2022.
- [10] V. U. Audiana, M. Rifa'i, and F. Fathoni, "Rancang Bnagun Kontrol Suhu Pada Tungku Pemanas Mesin Destilasi Minyak Atsiri Daun Nilam Menggunakan PLS S7 1200 Dan HMI," *J. Elektron. dan Otomasi Ind.*, vol. 7.
- [11] J. Jayanudin and R. Hartono, "Proses Penyulingan Minyak Atsiri Dengan Metode Uap Berbahan Baku Daun Nilam," *Tek. J. Sains dan Teknol.*, vol. 7, no. 1, p. 67, 2011.
- [12] H. Porawati and A. Kurniawan, "Rancang Bangun Alat Penyuling Minyak Atsiri Tumbuhan Nilam Metode Distilasi Air dan Uap," *J. Inov.*, vol. 2, no. 1, pp. 20–23, 2019.

-
- [13] N. et al. Setya, "Proses Pengambilan Minyak Atsiri Dari Daun Nilam Dengan Pemanfaatan Gelombang Mikro (Microwave)," *J. Tek. Pomits*, vol. 1, no. 1, pp. 1–5, 2012.
- [14] H. Zuliansyah, B. Susilo, and S. HS, "Distillation Plant Performance Test of Patchouli (Pogostemon cablin , Benth)," *J. Bioproces Komod. Trop.*, vol. 1, no. 1, pp. 62–72, 2013.
- [15] M. Mahlinda, V. Arifiansyah, and M. D. Supardan, "Modifikasi Alat Penyuling Uap untuk Peningkatan Rendemen dan Mutu Minyak Nilam (Pogostemon cablin Benth)," *J. Rekayasa Kim. Lingkungan.*, vol. 14, no. 1, pp. 28–35, 2019.
- [16] Ismail, "Perbandingan beberapa metode ekstraksi minyak atsiri pada minyak nilam (Pogostemon cablin)," *J. Teknol. dan Ind. Pertanian. Indones.*, vol. 06, no. 01, pp. 7–12, 2014.
- [17] Putri, Ratna Ika, Muhamad Rifa, and Abella Novatna Anjarsari, "Sampah Rumah Tangga Menggunakan MPX5500DP." 19(1): 61–66. 2020.
- [18] S. Ginting, "Pengaruh Lama Penyulingan Terhadap Rendemen Dan Mutu Minyak Atsiri Daun Sereh Wangi," *e-USU Repos.*, pp. 1–22, 2004.
- [19] Supriadi, Oky et al., "Rancang Bangun Alat Deteksi Sinkron Karburator Sepeda Motor Dua Silinder." *Journal of Electrical Power, Instrumental and Control* 4(2): 167–76. 2021.
- [20] Porawati, Hilda, and Ari Kurniawan. 2019. "Rancang Bangun Alat Penyuling Minyak Atsiri Tumbuhan Nilam Metode Distilasi Air Dan Uap." *Jurnal Inovator* 2(1): 20–23.
- [21] Pratomo, Teguh Budi, Andi Dharmawan, Akmal Syoufian, and Tri Wahyu Supardi, "Purwarupa Sistem Kendali Suhu Dengan Pengendali PID Pada Sistem Pemanas Dalam Proses Refluks/Destilasi," *IJEIS* 3(1): 23-34 2013.
- [22] segara B, AdeleC, FauziRiski F, "Makalah Pressure Sensor," 2018.
- [23] T, Jurnal Fachnur Firdaus I, and Fachnur Firdaus. "Jurnal Fachnur Firdaus i.T."
- [24] Yahya, Syoufian et al, "Rancang Bangun Kendali Tekanan Uap Air Pada Tangki Pemanas Menggunakan Pengendali PID Berbasis PLC Steam Pressure Control Design in the Heating Tank Using PID Controller Based on PLC Informasi Artikel." *Jurnal Asimetrik: Jurnal Ilmiah Rekayasa Dan Inovasi* 3(2): 221–29 2021.

AUTHOR BIOGRAPHY

	<p>Tole Sutikno Saat ini penulis 1 adalah dosen tetap di program studi teknik elektro universitas ahmad dahlan. Bidang penelitiannya adalah sistem kendali dan robotika. menyelesaikan studi di S1 : Teknik Elektro, Universitas Diponegoro – Semarang S2 : Teknik Elektro, Universitas Gadjah Mada – Yogyakarta S3 : Teknik Elektro, Universiti Teknologi Malaysia – Malaysia</p>
	<p>Riyan Prayoga Penulis 2 merupakan mahasiswa program studi teknik elektro universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta</p>
	<p>Handril Satriyan Purnama Hendril Satrian Purnama mendapatkan gelar S.T. dari Universitas Ahmad Dahlan, tahun 2017, pada bidang Teknik Elektro. Sejak 2017, ia telah aktif bekerja menjadi asisten peneliti di bawah Program Studi Teknik Elektro, Universitas Ahmad Dahlan,</p>