

PENGARUH VARIASI DIMENSI *COIL* TERHADAP RESISTENSI PADA PRODUK MESIN *COIL PREBUILD VAPE*

Fajar Ramadhan Nur Rachmansyah¹, Andita Nataria Fitri Ganda², Firman Yasa Utama³,
Dyah Riandadari⁴

^{1,2,3,4} D4 Teknik Mesin, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia 60231

E-mail: anditaganda@unesa.ac.id

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi dimensi *coil* terhadap resistensi pada produk mesin *coil prebuild vape*. *Coil* merupakan komponen utama dalam perangkat *vape* yang berfungsi sebagai elemen pemanas untuk mengubah cairan menjadi uap. Resistensi *coil* mempengaruhi kinerja perangkat *vape*, termasuk produksi uap dan konsumsi daya baterai, yang memiliki dampak langsung pada pengalaman pengguna. Variasi dimensi *coil*, seperti diameter lilitan dan jenis kawat, dapat memengaruhi nilai resistensi yang dihasilkan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen dengan memvariasikan diameter *coil* (2 mm, 2,5 mm, dan 3 mm) serta menggunakan kawat Nichrome Ni60 berukuran 26 AWG dan 28 AWG. Pengujian dilakukan dengan mengukur resistensi *coil* menggunakan ohmmeter setelah *coil* dipasang dan dipanaskan dalam perangkat *vape*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar diameter lilitan *coil*, semakin tinggi nilai resistensi yang dihasilkan. Nilai resistensi rata-rata untuk diameter 2 mm adalah 0,41 Ω , diameter 2,5 mm sebesar 0,46 Ω , dan diameter 3 mm sebesar 0,49 Ω . Penelitian ini melibatkan 30 sampel *coil* untuk masing-masing variasi diameter, dan analisis statistik menunjukkan bahwa perbedaan resistensi antar diameter adalah signifikan. Berdasarkan temuan ini, dapat disimpulkan bahwa dimensi *coil*, terutama diameter lilitan, memiliki pengaruh signifikan terhadap resistensi, di mana peningkatan diameter lilitan akan menyebabkan kenaikan nilai resistensi. Kontribusi penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang berguna bagi pengembangan perangkat *vape* yang lebih efisien dan berkualitas di industri manufaktur *coil*, serta menjadi referensi bagi penelitian lanjutan mengenai optimasi performa vaping.

Kata kunci: *coil prebuild vape*, resistensi *coil*, dimensi *coil*, Nichrome Ni60, vaping.

Abstract: This study aims to analyze the effect of coil dimension variations on resistance in prebuild vape coil machine products. The coil is the main component in a vape device that functions as a heating element to convert liquid into vapor. Coil resistance affects vaping performance, including vapor production and battery power consumption. Variations in coil dimensions, such as coil diameter and wire type, can affect the resulting resistance value. The research method used is an experiment by varying the coil diameter (2 mm, 2.5 mm, and 3 mm) and using Nichrome Ni60 wire measuring 26 AWG and 28 AWG. Testing is carried out by measuring the coil resistance using an ohmmeter after the coil is installed and heated in the vape device. The results showed that the larger the coil winding diameter, the higher the resistance value produced. The average resistance value for a diameter of 2 mm is 0.41 Ω , a diameter of 2.5 mm is 0.46 Ω , and a diameter of 3 mm is 0.49 Ω . This study concludes that coil dimensions have a significant effect on resistance, where increasing the diameter of the coil causes an increase in resistance.

Keywords: *coil prebuild vape*, resistance coil, dimensions coil, Nichrome Ni60, vaping.

© 2025, JRM (Jurnal Rekayasa Mesin) dipublikasikan oleh ejournal Teknik Mesin Fakultas Vokasi UNESA.

PENDAHULUAN

Dalam empat tahun terakhir, penggunaan rokok elektrik atau *vape* di Indonesia mengalami peningkatan yang signifikan. Berdasarkan data dari Global Adult Tobacco Survey (GATS), prevalensi pengguna *vape* di Indonesia naik dari 0,3% pada tahun 2011 menjadi 3% pada tahun 2021 (WHO, 2021). *Vape* dianggap sebagai alternatif yang lebih aman dibandingkan rokok tembakau karena tidak melibatkan pembakaran, sehingga mengurangi paparan zat berbahaya seperti tar (Hajek et al., 2019).

Tren ini menunjukkan peningkatan ketertarikan masyarakat terhadap perangkat *vape*, yang juga menekankan pentingnya kualitas komponen untuk memberikan pengalaman pengguna yang optimal.

Salah satu komponen utama dalam *vape* adalah *coil*, yang berfungsi sebagai elemen pemanas untuk mengubah cairan menjadi uap. Cairan *vape* terdiri dari beberapa bahan utama yang bekerja bersama. Propylene Glycol (PG) berfungsi sebagai pembawa rasa dan memberikan sensasi "throat hit", sementara Vegetable Glycerin (VG) berperan dalam

menghasilkan uap yang tebal dengan rasa manis. Nikotin, sebagai zat adiktif opsional yang diambil dari daun tembakau, memenuhi kebutuhan pengguna tertentu. Rasio PG dan VG dalam cairan memengaruhi rasa dan jumlah uap yang dihasilkan, dengan komposisi yang dapat disesuaikan sesuai keinginan pengguna (Jaedun, 2011).

Kinerja coil sangat dipengaruhi oleh resistansi (ohm), yang menentukan seberapa banyak panas yang dihasilkan. Resistansi yang terlalu tinggi (>2 ohm) dapat menyebabkan pemanasan yang lambat, menghasilkan uap yang sedikit, dan rasa yang kurang optimal. Sebaliknya, resistansi yang terlalu rendah ($<0,2$ ohm) dapat menyebabkan pemanasan berlebihan, konsumsi baterai yang lebih banyak, dan potensi kerusakan pada perangkat. Resistansi rendah juga meningkatkan risiko dry hit, yaitu pembakaran kapas tanpa cairan yang dapat merusak coil dan membahayakan kesehatan pengguna (Chen et al., 2018).

Mesin pembuat coil memiliki peran penting dalam menjaga kualitas coil, khususnya dalam menghasilkan resistansi yang sesuai dengan standar. Ketidakkonsistenan resistansi sering terjadi pada coil yang diproduksi dengan mesin manual, akibat lilitan yang tidak seragam atau ketegangan kawat yang tidak terkendali. Untuk mengatasi masalah ini, mesin pembuat coil otomatis mulai diperkenalkan. Mesin ini dirancang untuk menghasilkan lilitan coil dengan resistansi yang lebih konsisten melalui pengaturan presisi pada kecepatan dan ketegangan kawat (Rinaldi & Hartono, 2023; Widodo, 2023).

Meskipun teknologi mesin pembuat coil otomatis telah berkembang, penelitian mengenai konsistensi resistansi coil yang dihasilkan oleh mesin otomatis masih terbatas, terutama dalam konteks variasi dimensi coil dan pengaruhnya terhadap resistansi. Penelitian kuantitatif yang mengevaluasi konsistensi resistansi coil yang dihasilkan mesin otomatis sangat diperlukan untuk memberikan pemahaman yang lebih baik dan meningkatkan proses produksi coil secara keseluruhan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis resistansi coil yang dihasilkan oleh mesin pembuat coil otomatis dengan memfokuskan pada variasi dimensi coil, seperti diameter lilitan dan jenis kawat yang digunakan. Dengan mengukur resistansi coil yang dihasilkan, diharapkan penelitian ini dapat memberikan wawasan tentang konsistensi dan kualitas produk, serta memberikan rekomendasi untuk meningkatkan proses produksi coil dalam industri perangkat vape. Oleh karena itu, peneliti melakukan penelitian yang berjudul "Pengaruh Variasi Dimensi Coil Terhadap Resistensi Pada Produk Mesin Coil Prebuild Vape".

DASAR TEORI

Mesin Coil Prebuild

Mesin atau perangkat yang digunakan untuk membuat kumparan (coil) untuk perangkat vape ini

dapat menghasilkan berbagai konfigurasi coil, seperti Clapton, Alien, atau Fused Clapton, dengan bahan yang berbeda, seperti Ni60. Proses pembuatan coil secara manual memerlukan waktu dan keterampilan tertentu. Untuk para vaper yang tidak memiliki waktu atau keahlian dalam membuat coil sendiri, coil prebuild menjadi pilihan ideal karena menawarkan performa dan rasa yang konsisten.

Menurut (Guoyong et al., n.d.), ketika pengguna menghisap, e-liquid yang berada di bagian sumbu yang dipanaskan menerima energi dari *coil* dan menguap dengan cepat untuk menghasilkan aliran uap. Selain itu, coil prebuild vape memberikan kemudahan dalam proses pemasangannya pada atomizer. Namun, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan saat menggunakan coil prebuild vape, seperti memilih coil yang tepat untuk perangkat vapor, serta mengganti coil secara berkala untuk memastikan rasa dan kinerja vaporizer tetap optimal.

Material Kawat Coil dan Pengaruh Kecepatan Putar Mesin

Coil pada vape berfungsi untuk menghasilkan uap dengan mengubah e-liquid menjadi uap melalui elemen pemanas. Kumparan vape terdiri dari bahan sumbu, elemen pemanas, dan casing. Sumbu biasanya terbuat dari kapas organik yang menyerap e-liquid dan mengarahkannya ke elemen pemanas berupa kawat tipis yang berbentuk spiral. Coil vape ditempatkan pada posisinya oleh kepala atomizer, yang menghubungkan bagian positif baterai ke bagian negatif.

Material kawat coil memadukan bahan konduktif dan tahan panas untuk memastikan efisiensi dan keamanan. Beberapa material kawat yang umum digunakan antara lain:

1. Kawat Kanthal
Kawat ini terbuat dari bahan Besi (Fe), Kromium (Cr), dan Aluminium (Al), yang memiliki kemampuan untuk menahan suhu tinggi dan biasanya digunakan dalam vaping sehari-hari.
2. Kawat Nichrome
Kawat nichrome mengandung Nikel dan Kromium, yang mampu mencapai suhu hingga 1205°C , dan sering dipilih karena kemampuannya untuk memanaskan dengan cepat.
3. Kawat Nickelin (Ni200)
Kawat ini hanya bisa digunakan pada perangkat yang memiliki fitur Temperature Control (TC). Jika dipanaskan melebihi 400°C , kawat ini dapat menghasilkan zat berbahaya berupa Nickel Oxide (NiO).
4. Kawat Titanium
Kawat Titanium (Ti) hanya dapat digunakan pada mod yang memiliki fitur Temperature Control (TC), karena kawat ini memiliki batas suhu aman hingga 600°C . Jika dipanaskan melebihi suhu

tersebut, titanium dapat menghasilkan zat berbahaya berupa Titanium Dioxide atau Titania (TiO_2).

Factor-Faktor Yang Mempengaruhi Resistensi coil

Resistansi merujuk pada kemampuan suatu bahan untuk menghambat aliran listrik. Nilai resistansi dipengaruhi oleh beberapa faktor penting dalam pembuatan coil, seperti bahan kawat, panjang lilitan, diameter kawat, dan desain lilitan. Resistansi dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$R = \frac{V}{I} \quad (1)$$

Dimana:

R : Resistensi (Ohm)

V : Tegangan (Volt)

I : Arus (Ampere)

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

Dimana:

R : Resistensi (Ohm)

ρ : Resistivitas (Ohm meter)

L : Panjang Kawat (meter)

A : Luas Penampang Kawat (meter persegi)

Standar Spesifikasi Coil

Coil mengatur daya (watt) atau tegangan dari baterai vape ke kumparan. Resistansi diukur dalam satuan ohm, yang biasanya berkisar antara 0,15 hingga 2,1. Alat yang digunakan untuk mengukur hambatan kumparan disebut ohmmeter. Jika kumparan atau atomizer memiliki resistansi tinggi, itu berarti kumparan atau atomizer tersebut dirancang untuk mengalirkan tegangan yang lebih rendah. Sebaliknya, kumparan dengan resistansi rendah dapat mengalirkan lebih banyak tegangan. Sebagian besar kumparan mencantumkan informasi tentang hambatan dan watt yang disarankan, baik pada kumparan itu sendiri maupun pada kemasannya.

Jenis-Jenis Model Lilitan

Lilitan coil yang berkualitas memiliki ketebalan yang seragam, tidak terlalu longgar maupun terlalu ketat. Lilitan yang terlalu longgar dapat membuat coil tidak mampu menahan suhu tinggi, sementara lilitan yang terlalu ketat dapat meningkatkan resistansi coil secara berlebihan. Terdapat berbagai jenis model lilitan coil, antara lain:

1. Round coil

Coil jenis ini berbentuk lilitan standar serta paling sering digunakan dan ada dalam komponen vape.

2. Parallel coil

Coil jenis ini terdiri dari dua kawat yang dililit secara berdampingan sehingga permukaan coil jadi lebih luas.

3. Twisted coil

Twisted coil merupakan gabungan dua kawat yang dililit secara melintir (twisted). Hampir

mirip dengan parallel coil yang memiliki permukaan yang luas.

4. Clapton coil

Clapton coil terdiri dari kawat gauge kecil yang melilit kawat gauge lebih besar dengan rapat. Teknik ini menghasilkan coil tebal dengan membungkus kawat vape ukuran 26 AWG atau 28 AWG. Bahan kawat yang digunakan bervariasi, seperti Kanthal, Sandvik, Stainless Steel, atau NiChrome (terutama Ni80).

METODE

Jenis Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang bertujuan untuk mengidentifikasi hubungan sebab-akibat antara variabel-variabel yang diuji. Dalam penelitian ini, variabel independen yang diuji adalah diameter coil (2 mm, 2,5 mm, dan 3 mm) dan jenis kawat (Nichrome Ni60 ukuran 26 AWG dan 28 AWG), sementara variabel dependen yang diukur adalah resistansi coil yang dihasilkan.

Eksperimen dilakukan dengan menggunakan mesin coil prebuild otomatis untuk menghasilkan coil dengan berbagai variasi diameter dan jenis kawat. Prosedur eksperimen dimulai dengan memasang kawat pada coil jig, kemudian melilit kawat tersebut pada jig untuk menghasilkan coil dengan diameter yang telah ditentukan. Setelah coil dipasang pada atomizer, coil dipanaskan dengan perangkat vape untuk mencapai suhu operasi yang stabil.

Pengukuran resistansi dilakukan menggunakan ohmmeter untuk mendapatkan nilai resistansi setelah coil dipanaskan. Pengukuran resistansi dilakukan tiga kali untuk setiap variasi diameter coil dan jenis kawat untuk memastikan konsistensi dan mengurangi variabilitas dalam hasil. Replikasi eksperimen dilakukan untuk setiap kombinasi variabel untuk meningkatkan keandalan data yang diperoleh.

Untuk menganalisis data yang diperoleh, dilakukan analisis statistik deskriptif untuk menggambarkan distribusi nilai resistansi yang dihasilkan oleh berbagai variasi diameter coil dan jenis kawat. Selain itu, untuk menguji perbedaan signifikan antara kelompok data yang diuji, digunakan analisis varians (ANOVA).



HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis resistansi coil yang dihasilkan oleh mesin coil otomatis, dengan fokus pada jenis coil fused clapton dan pengaruh diameter coil terhadap nilai resistansi. Peralatan utama yang digunakan meliputi mesin coil prebuild otomatis, ohmmeter, coil jig, tang potong vape, dan jangka sorong untuk mengukur diameter coil. Material kawat yang digunakan adalah Nichrome Ni60 berukuran 26 AWG dan 28 AWG.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin besar diameter coil, semakin tinggi nilai resistansi yang dihasilkan. Resistansi rata-rata untuk diameter 2 mm adalah 0,41 Ω , untuk 2,5 mm sebesar 0,46 Ω , dan untuk 3 mm sebesar 0,49 Ω . Analisis statistik deskriptif mengonfirmasi adanya tren peningkatan resistansi seiring dengan bertambahnya diameter coil. Setiap variasi diuji dengan tiga replikasi untuk memastikan konsistensi hasil.

Pengambilan Data

Pengambilan data ini diperoleh melalui eksperimen menggunakan mesin pembuat coil prebuild vape. Eksperimen difokuskan pada analisis resistansi coil yang dihasilkan berdasarkan variasi diameter lilitan coil. Pengulangan dilakukan pada material kawat ukuran 26 AWG dan 28 AWG, dengan lilitan coil berdiameter 2 mm, 2,5 mm, dan 3 mm.

Langkah-langkah pengambilan data adalah sebagai berikut:

- Pasang kawat pada coil jig sesuai dengan ukuran yang sudah ditentukan, selanjutnya lilit coil pada coil jig sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan.



Gambar 1. Pemasangan kawat pada coil jig

- Selanjutnya, pasang hasil lilitan coil pada atomizer.



Gambar 2. Pemasangan hasil lilitan coil pada atomizer

- Selanjutnya, firing vape (memanaskan coil).



Gambar 3. Proses pemanasan coil

- Hasil pengujian

Tabel 1. Tabel hasil pengujian

No	Ukuran Lilitan	Watt yang Digunakan	Resistansi yang Dihasilkan			Rata-Rata
			Perobaan I	Perobaan II	Perobaan III	
1	2 mm	15 watt	0.40	0.40	0.43	0.41
2	2,5 mm		0.48	0.46	0.44	0.46
3	3 mm		0.54	0.44	0.50	0.49

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025)

Perhitungan

Hasil perhitungan resistansi coil berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian diameter coil. Berikut langkah-langkah perhitungan resistansi:

$$R = \frac{V}{I} \quad (1)$$

$$\text{Diketahui: } V = 2,45 \text{ V} \\ I = 6,125 \text{ A}$$

- Jika $R = 0,40 \Omega$
 $V = 2,45 \text{ V}$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{2,45}{0,40} = 6,125 \text{ A}$$

- Jika $V = 2,45 \text{ V}$
 $R = \frac{2,45 \text{ V}}{6,125 \text{ A}} = 0,40 \Omega$

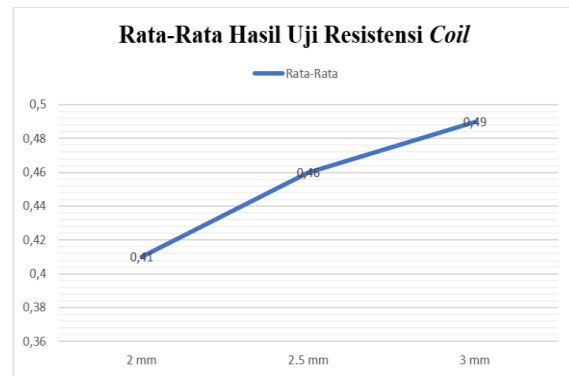
Jadi, hasil resistensi yang dihasilkan adalah $0,40 \Omega$

Pembahasan

Penelitian terkini tentang resistansi kumparan vape dan hubungannya dengan daya keluaran telah mengungkap wawasan penting tentang bagaimana faktor-faktor ini memengaruhi kinerja dan keamanan sistem penghantaran nikotin elektronik (ENDS). Resistansi kumparan merupakan parameter penting yang memengaruhi konsumsi daya dan, akibatnya, suhu elemen pemanas, yang memainkan peran penting dalam produksi uap dan karakteristik aerosol.

Salah satu temuan penting dalam kajian literatur adalah adanya hubungan terbalik antara resistansi coil dan daya keluaran. Perangkat dengan coil berresistansi rendah (dikenal sebagai perangkat sub-ohm) mampu beroperasi pada tingkat daya yang jauh lebih tinggi, yakni antara 40 hingga 300 watt, dibandingkan dengan perangkat vape konvensional yang umumnya beroperasi di bawah 10 watt (Hiler et al., 2020; Chaumont et al., 2018). Kemampuan ini mendukung peningkatan produksi uap dan efisiensi dalam penghantaran nikotin, namun juga menimbulkan kekhawatiran terhadap risiko panas berlebih serta pembentukan zat sampingan yang berbahaya. Sebagai contoh, Hiler et al. melaporkan bahwa penggunaan coil dengan resistansi $0,5 \Omega$ dan $1,5 \Omega$ masing-masing menghasilkan konsumsi daya sebesar 40,5 W dan 13,5 W, yang menunjukkan bahwa resistansi memiliki pengaruh langsung terhadap daya yang digunakan dan kondisi termal selama proses vaping (Saleh et al., 2020).

Interaksi antara resistansi kumparan dan daya keluaran pada perangkat vaping merupakan bidang penelitian yang kompleks tetapi penting. Kumparan dengan resistansi yang lebih rendah memungkinkan daya keluaran yang lebih tinggi, meningkatkan produksi uap dan pengiriman nikotin tetapi juga meningkatkan risiko menghasilkan produk sampingan yang berbahaya. Memahami dinamika ini penting untuk mengembangkan teknologi vaping yang lebih aman dan memberi tahu pengguna tentang potensi risiko kesehatan yang terkait dengan berbagai praktik vaping. Pada penelitian ini, pengujian penggulungan coil dilakukan sebanyak tiga kali untuk mendapatkan data yang valid dari masing-masing variasi ukuran diameter lilitan coil.



Gambar 4. Grafik rata-rata uji resistensi coil
(Dokumentasi Pribadi, 2025)

Berdasarkan grafik 4.6 terlihat adanya peningkatan resistansi yang signifikan seiring dengan bertambahnya diameter lilitan coil prebuild vape. Proses pengerjaan dengan hasil resistensi terendah terjadi pada diameter lilitan 2 mm, dengan hasil rata-rata $0,41 \Omega$, sedangkan hasil resistensi tertinggi tercatat pada diameter lilitan 3 mm dengan rata-rata $0,49 \Omega$.

Hasil ini sesuai dengan teori resistivitas, yang menyatakan bahwa resistansi coil berhubungan langsung dengan luas penampang kawat. Semakin besar diameter coil, semakin besar luas penampang kawat, yang menyebabkan resistansi meningkat. Berdasarkan analisis ANOVA, perbedaan resistansi antara variasi diameter coil adalah signifikan ($p < 0,05$), yang memperkuat temuan bahwa diameter coil mempengaruhi resistansi secara nyata.

SIMPULAN

Dari data hasil penelitian yang telah dilakukan pada mesin *coil prebuild vape*, dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut:

- Penelitian menunjukkan bahwa resistansi kumparan coil pada mesin prebuild vape jenis Fused Clapton bervariasi berdasarkan diameter lilitan. Lilitan 2 mm menghasilkan resistansi rata-rata terendah ($0,41 \Omega$), sedangkan lilitan 3 mm menghasilkan resistansi tertinggi ($0,49 \Omega$), yang mengonfirmasi bahwa diameter coil mempengaruhi resistansi yang dihasilkan.
- Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin coil prebuild menghasilkan resistansi yang konsisten di setiap variasi diameter lilitan. Mesin ini mampu menghasilkan lilitan dengan kualitas seragam dan sesuai standar resistansi yang ditetapkan, yang mengonfirmasi kemampuannya untuk menghasilkan coil dengan resistansi yang stabil, sesuai dengan tujuan penelitian untuk mengevaluasi konsistensi resistansi coil.

3. Diameter kumparan coil memiliki pengaruh signifikan terhadap resistansi yang dihasilkan. Semakin besar diameter lilitan coil, semakin tinggi nilai resistansinya. Hal ini menjawab pertanyaan ketiga mengenai pengaruh diameter kumparan terhadap resistansi coil. Variasi diameter lilitan memberikan pemahaman tentang pengaturan terbaik dalam produksi coil untuk mencapai resistansi yang diinginkan.

Keterbatasan Penelitian Beberapa keterbatasan dalam penelitian ini perlu diperhatikan:

1. Variasi suhu: Selama pengujian, variasi suhu dapat mempengaruhi hasil resistansi yang diukur, karena suhu mempengaruhi resistivitas material kawat.
2. Metode pengukuran: Penggunaan ohmmeter memiliki keterbatasan dalam akurasi, terutama dalam pengukuran dengan nilai resistansi yang sangat rendah.
3. Skalabilitas hasil: Jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini masih terbatas, sehingga penelitian lebih lanjut dengan lebih banyak sampel diperlukan untuk memperkuat hasil penelitian ini.

Arahan untuk Penelitian Lanjutan Penelitian lanjutan disarankan untuk:

1. Menggunakan analisis termal untuk menguji pengaruh suhu terhadap resistansi coil secara lebih mendalam.
2. Melakukan pengujian yang mempertimbangkan arus dan watt secara bersamaan untuk memberikan gambaran yang lebih lengkap mengenai performa coil dalam berbagai kondisi operasional.
3. Melakukan penelitian lebih lanjut dengan sampel yang lebih banyak dan kontrol variabel yang lebih ketat untuk memperluas pemahaman tentang pengaruh diameter coil terhadap resistansi dan kinerja vaping secara keseluruhan.

hechenating coil resistance and liquid nicotine concentration on user nicotine delivery, heart rate, subjective effects, puff topography, and liquid consumption. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, 28(5), 527.

Guoyong, X., Wen, D. U., Wang, Z., Jingbo, C., Zhiwei, S., Liyan, L., & Li, B. (n.d.). *Non-selective evaporation mechanism of binary aerosol generating agent on porous atomizer and its experimental verification*.

Jaedun, A. (2011). *Metodologi penelitian eksperimen*. Universitas Negeri Yogyakarta.

Rinaldi, I. P., & Hartono, R. D. S. (2023). Perancangan dan pembuatan sistem kontrol pada mesin penggulung kawat komponen atomizer. *Universitas Pasundan*.

Saleh, Q. M., Hensel, E. C., & Robinson, R. J. (2020). Method for quantifying variation in the resistance of electronic cigarette coils. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21), 1–16. <https://doi.org/10.3390/ijerph17217779>

Widodo, A. (2023). *Perancangan dan pembuatan mesin penggulung kawat komponen atomizer otomatis* [Tesis, Universitas Pasundan]. <https://repository.unpas.ac.id/67394/>

REFERENSI

- Chen, W., Wang, P., Ito, K., Fowles, J., Shusterman, D., Jaques, P. A., & Kumagai, K. (2018). Measurement of heating coil temperature for e-cigarettes with a “top-coil” clearomizer. *PloS One*, 13(4), e0195925.
- Guoyong, X., Wen, D. U., Wang, Z., Jingbo, C., Zhiwei, S., Liyan, L., & Li, B. (n.d.). *Non-selective evaporation mechanism of binary aerosol generating agent on porous atomizer and its experimental verification*.
- Hiler, M., Karaoghlanian, N., Talih, S., Maloney, S., Breland, A., Shihadeh, A., & Eissenberg, T. (2020). Effects of electronic cigarette