



Analisis Variasi Flash Cable Terhadap Tegangan Primer Coil Pada Sepeda Motor FI

Analysis Of Variations On Flash cable Primary Coil Voltage On Motorcycles FI

Bintang Abimanyu^{1*}, Ahmad Arif¹, Wawan Purwanto¹, Dwi Sudarno Putra¹

Abstrak

Efisiensi sistem pengapian pada sepeda motor sangat penting untuk menunjang performa dan konsumsi bahan bakar yang optimal. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi *flash cable* terhadap tegangan primer coil pada sepeda motor injeksi (FI). Tiga jenis lilitan *flash cable* yaitu 11, 16, dan 21 lilitan diuji untuk melihat peningkatan tegangan yang dihasilkan. Metode eksperimen kuantitatif digunakan dengan alat pengukuran berupa *peak voltage* adaptor yang dihubungkan ke multimeter digital. Hasil menunjukkan bahwa variasi panjang *flash cable* secara signifikan memengaruhi tegangan *primer coil*, di mana *flash cable* dengan 21 lilitan memberikan peningkatan tegangan tertinggi sebesar 261,625 V, dibandingkan dengan kondisi tanpa *flash cable* yang hanya mencapai 219 V. Penggunaan *flash cable* dapat meningkatkan efisiensi pengapian, performa, dan efisiensi bahan bakar sepeda motor FI.

Kata Kunci

Flash Cable, Tegangan *Primer Coil*, Sistem Pengapian, Sepeda Motor FI

Abstract

The ignition system's efficiency in motorcycles is critical to support optimal performance and fuel consumption. This study aims to analyze the effect of flash cable variations on the primary tension of the coil in injection motorcycles (FI). Three types of flash cable windings, i.e., 11, 16, and 21 windings, are tested to see the increase in voltage produced. The quantitative experiment method uses a measurement tool as a peak voltage adapter connected to a digital multimeter. The results showed that the variation in the length of the flash cable significantly affected the primary voltage of the coil, where the flash cable with 21 windings provided the highest voltage increase of 261.625 V, compared to the condition without the flash cable, which only reached 219 V. Flash cable can improve the ignition efficiency, performance, and fuel efficiency of FI motorcycles.

Keywords

Flash Cable, *Coil Primary Tension*, *Ignition System*, *FI Motorcycle*

¹Departemen Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang
Jln. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar, Padang Sumatera Barat, Indonesia

* bintangabimanyu@gmail.com

Dikirimkan: 07 Oktober 2024. Diterima: 16 Desember 2024. Diterbitkan: 06 Januari 2025.



PENDAHULUAN

Sistem pengapian sepeda motor adalah sebuah sistem yang bertujuan membangkitkan tegangan tinggi untuk proses pembakaran campuran bahan bakar dan udara di dalam ruang bakar [1], [2]. Fungsi dari sistem pengapian adalah untuk menghasilkan percikan bunga api pada busi. Percikan bunga pi ini harus ada pada saat yang tepat untuk membakar campuran bahan bakar dan udara dalam ruang bakar [3]. Hasil pembakaran pada saat yang tepat dapat membangkitkan tenaga untuk memutar poros engkol [4]. Salah satu faktor penting pembangkitan tenaga atau daya yang dihasilkan oleh suatu mesin tergantung dari sistem pengapiannya [5]. Apabila sistem pengapian pada sepeda motor tidak bekerja dengan baik dan tepat maka kelancaran proses pembakaran campuran bahan bakar dan udara di dalam ruang bakar akan terganggu yang menyebabkan tenaga yang dihasilkan oleh mesin menjadi tidak maksimal. Kabel sudah sangat tidak asing bagi semua kalangan [6]. Kabel yang digunakan sangat banyak jenis dan ukurannya sesuai kebutuhan pada kelistrikan. Kawat dan kabel listrik merupakan media penghantar tenaga listrik dari sumber tenaga listrik ke peralatan yang menggunakan tenaga listrik atau menghubungkan suatu peralatan listrik ke peralatan listrik lainnya [7], [8].

Waktu Pengapian (*Ignition Timing*)

Saat pengapian dari campuran bensin dan udara adalah saat terjadinya percikan bunga api busi beberapa derajat sebelum Titik Mati Atas (TMA) pada akhir langkah kompresi [9]. Saat terjadinya percikan waktunya harus ditentukan dengan tepat supaya dapat membakar dengan sempurna campuran bensin dan udara agar dicapai energi maksimum [10]. Setelah campuran bahan bakar dibakar oleh bunga api, maka diperlukan waktu tertentu bagi api untuk merambat di dalam ruangan bakar [11]. Oleh sebab itu akan terjadi sedikit keterlambatan antara awal pembakaran dengan pencapaian tekanan pembakaran maksimum. Dengan demikian, agar diperoleh output maksimum pada engine dengan tekanan pembakaran mencapai titik tertinggi (sekitar 10° setelah TMA), periode perambatan api harus diperhitungkan pada saat menentukan saat pengapian (*ignition timing*) [12].

Air Core Inductor

Induktor inti udara yaitu *air core inductor* adalah sejumlah lilitan kawat yang dililitkan pada karton biasa atau plastik yang berfungsi sebagai inti [13]. Jadi celah ini tidak memiliki apa-apa selain terdapat udara di dalamnya, yang dikenal sebagai induktor inti udara [14]. Oleh karena itu, udara berfungsi sebagai inti [15]. Induktor ini diterapkan pada *input coil* berdasarkan prinsip kerjanya sebagai berikut. Prinsip bekerja Induktor ini bekerja atas dasar bahwa udara memiliki konduktivitas listrik yang cukup minimum [16]. Jadi induktansi inti udara juga rendah sehingga menghasilkan medan magnet yang lemah [17]. Karena pembangkitan medan magnet inti udara yang kecil, ia mencapai kenaikan arus yang lebih cepat sekaligus menghindari kehilangan sinyal [18].

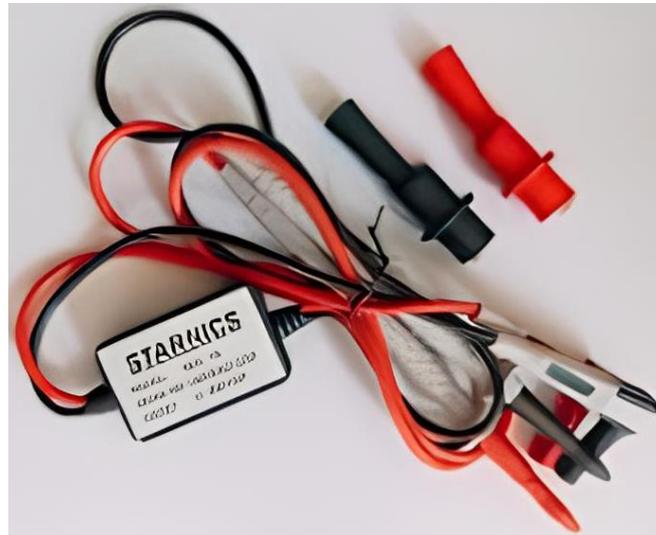
Multimeter digital (DMM)

Lima fungsi inti Multimeter Digital adalah mengukur tegangan AC dan DC, arus AC dan DC, dan hambatan [19]. Multimeter digital (DMM) yang mengandung mikroprosesor melakukan fungsi ini, tetapi daya komputasi bawaannya memungkinkan mereka untuk menawarkan kemampuan lain juga [20].

Peak Voltage Adaptor (PVA)

Peak Voltage Adaptor (PVA) merupakan adaptor yang dihubungkan ke multimeter untuk mengukur tegangan puncak *primer coil*. sebagian sistem pengapian komponen menghasilkan pulsa tegangan AC pendek [21]. PVA dicolokkan ke multimeter digital menangkap dan menahan nilai puncak gelombang sinus AC cukup lama agar mata manusia dapat melihatnya

ditampilkan pada multimeter [22]. Multimeter konvensional tidak mampu mengukur secara akurat mengukur pulsa tegangan durasi pendek ini [23]. PVA memiliki sirkuit khusus yang memungkinkan multimeter untuk menangkap tegangan maksimum yang dihasilkan selama pulsa durasi pendek ini [21]. PVA ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peak Voltage Adaptor (PVA)

Tegangan (*Voltage*)

Tegangan (*voltage*) atau sering disebut sebagai beda potensial adalah kerja yang dilakukan untuk menggerakkan muatan sebesar satu coulomb dari satu terminal ke terminal lainnya [24]. Dengan kata lain, jika suatu muatan sebesar satu coulomb digerakkan atau dipindahkan, maka akan terdapat beda potensial pada kedua terminalnya. Arus listrik adalah aliran muatan listrik yang mengalir dalam suatu medium penghantar, seperti kawat atau logam. Arus listrik dapat dihasilkan dari berbagai sumber energi listrik seperti baterai, generator, atau sumber listrik lainnya. Besaran arus listrik diukur dalam satuan Ampere (A) [24].

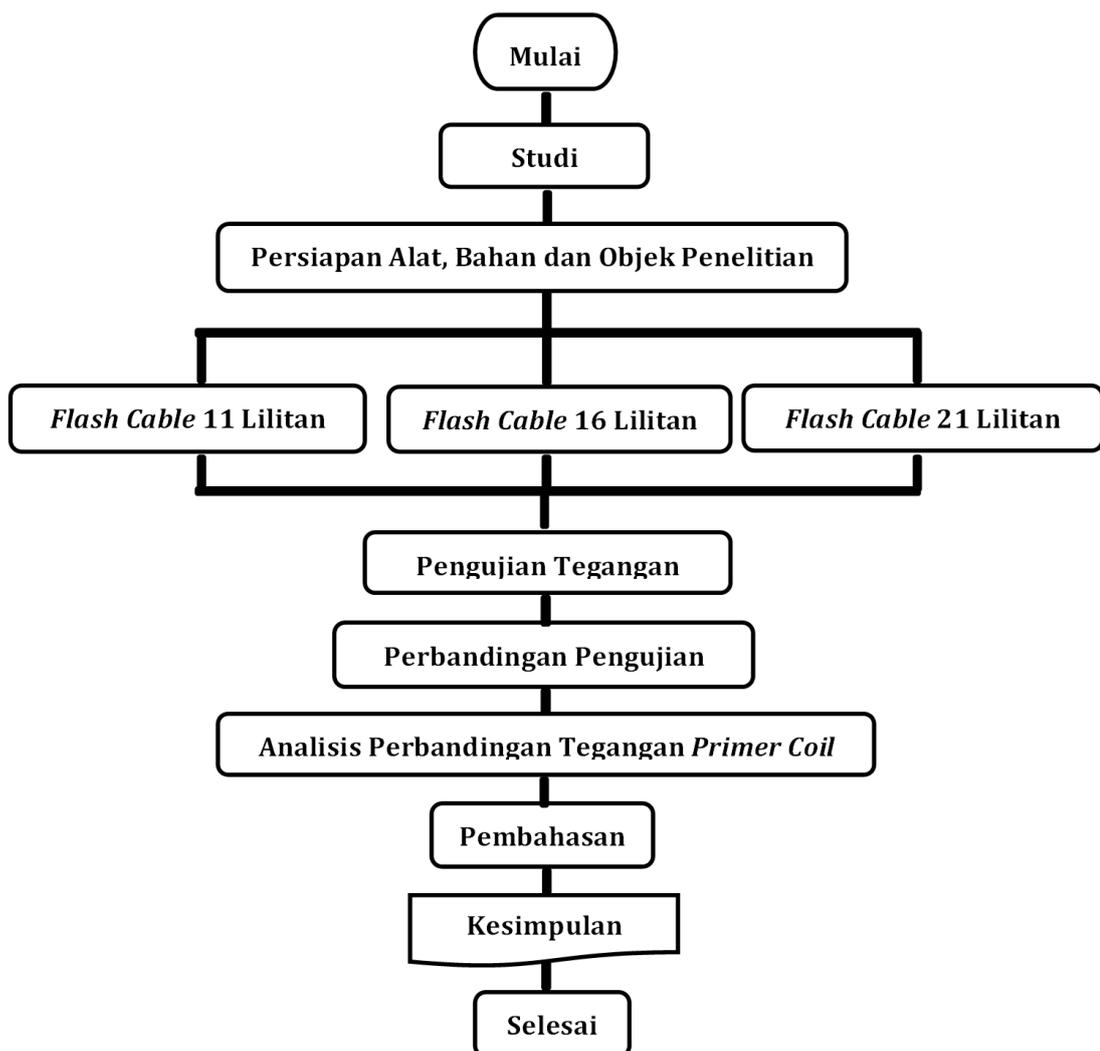
Komponen tambahan dalam sistem pengapian sering kali diperlukan untuk meningkatkan efisiensi dan stabilitas pada sepeda motor, terutama bagi pengguna yang mencari performa optimal dengan biaya terjangkau [25]. *Flash cable* merupakan kabel tambahan yang dipasang sebelum *input coil*, menjadi alternatif untuk memperbesar intensitas api pengapian dan mencegah kehilangan sinyal [26]. Hasilnya adalah api pengapian yang lebih kuat dan stabil [27]. Produksi *flash cable* dilakukan dengan beberapa variasi lilitan, yakni 11, 16, dan 21 lilitan. Penggunaannya telah menimbulkan beragam pendapat di kalangan pengguna; sebagian merasa tidak ada perubahan signifikan, sementara sebagian lainnya melaporkan peningkatan performa kendaraan dan efisiensi bahan bakar. Popularitas produk ini kian meningkat melalui rekomendasi dari mulut ke mulut, dan semakin banyak pihak yang percaya pada kemampuan *flash cable* dalam meningkatkan performa serta menghemat konsumsi bahan bakar.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi jumlah lilitan pada *flash cable* terhadap tegangan *primer coil* pada sepeda motor injeksi. Faktor-faktor yang akan dievaluasi meliputi karakteristik dari *flash cable* dalam berbagai variasi ukuran terhadap tegangan *primer coil*. Hasil pengujian tegangan puncak *primer coil* akan dianalisis menggunakan PVA untuk mendapatkan data yang akurat terkait efektivitas penggunaan *flash cable*. *Flash cable* merupakan nama *brand* rumahan namun belum terdaftar dalam *branding identity* secara hukum. Karena *brand* ini baru dibuat pada tahun 2020 oleh Herman dan masih dalam tahap riset pasar. Untuk produknya ini bisa juga disebut sebagai *ignition booster* dimana berfungsi

memperbesar dan menstabilkan system pengapian agar pembakaran lebih sempurna sehingga dapat meningkatkan performa dan menghemat bahan bakar.

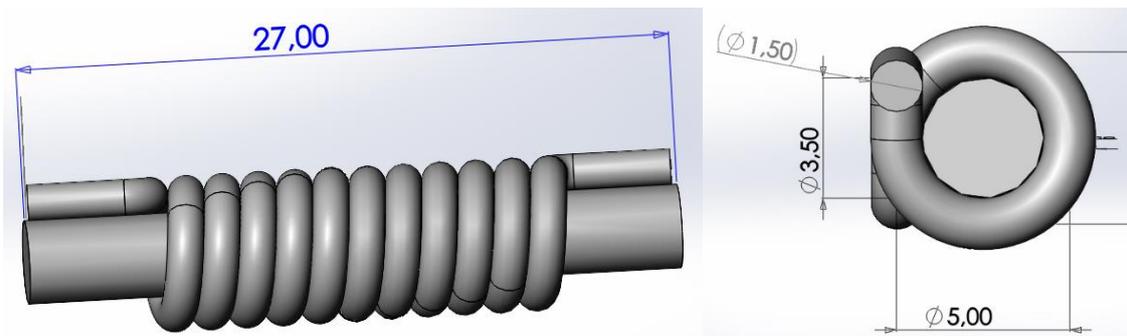
METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode teknik eksperimental kuantitatif [28]. Metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam suatu kondisi yang terkendalikan [29], [30]. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi jumlah lilitan pada *flash cable* terhadap tegangan *primer coil* pada sepeda motor injeksi. Diagram alir penelitian pada Gambar 1 memberikan gambaran tahapan-tahapan yang dilakukan dalam eksperimen ini. Langkah awal dimulai dengan studi literatur untuk memperdalam pemahaman teori terkait *flash cable* dan tegangan *primer coil*. Selanjutnya, dilakukan persiapan alat, bahan, dan objek penelitian, yaitu *flash cable* dengan jumlah lilitan berbeda (11, 16, dan 21 lilitan). Setiap varian *flash cable* diuji untuk mengukur tegangan *primer coil* yang dihasilkan menggunakan adaptor PVA sebelum diukur menggunakan multimeter digital, yang kemudian dibandingkan secara sistematis untuk melihat perbedaan dan pengaruh dari variasi lilitan tersebut. Hasil pengujian ini dianalisis lebih lanjut guna memperoleh pemahaman mengenai efektivitas *flash cable* dalam meningkatkan performa sistem pengapian pada sepeda motor injeksi. Diagram alir di bawah ini merangkum keseluruhan proses penelitian dari awal hingga kesimpulan.

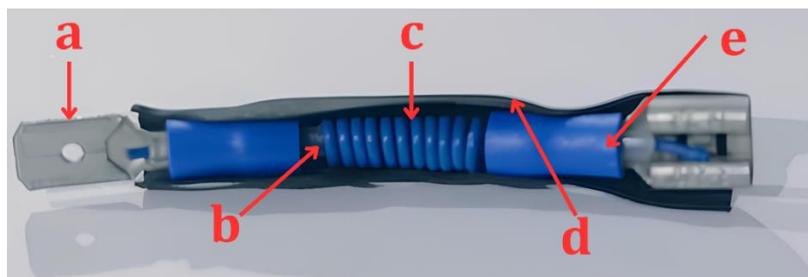


Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Desain *flash cable* yang ditampilkan pada Gambar 3. memperlihatkan detail dimensi utama untuk memastikan kompatibilitas dengan sistem pengapian sepeda motor. Panjang total *flash cable* adalah 27 mm dengan diameter inti sebesar 5 mm. Ketebalan kawat lilitan ditentukan sebesar 1,5 mm, sementara jarak antar lilitan dirancang agar rapat untuk menghasilkan induksi elektromagnetik yang optimal. Gambar 4. memberikan gambaran lebih mendalam mengenai konstruksi fisik *flash cable*. Kombinasi desain dan dimensi ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi sistem pengapian sekaligus mempermudah pemasangan tanpa perlu modifikasi besar pada kendaraan.

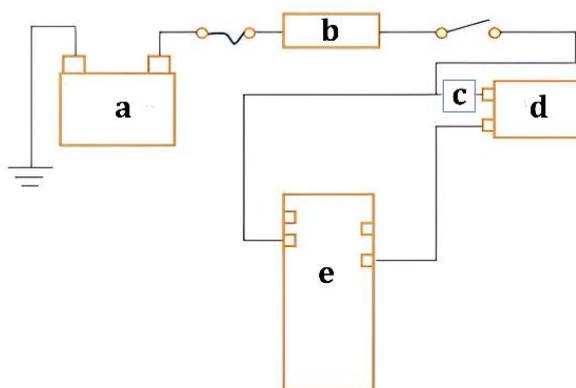


Gambar 3. Desain *Flash Cable*



Gambar 4. Konstruksi *Flash Cable*; a). Skun, b). Selang, c). Kabel, d). *Heat String*, e). Isolator Skun.

Gambar 5. memperlihatkan wiring diagram pemasangan *flash cable* dalam sistem pengapian sepeda motor. Diagram ini menjelaskan bagaimana *flash cable* (c) terhubung dengan komponen lain. *Flash cable* diposisikan di antara *regulator-rectifier* dan *coil* untuk meningkatkan tegangan *primer coil*, yang bertujuan menghasilkan percikan api yang lebih stabil pada busi. Konfigurasi ini dirancang untuk memaksimalkan efisiensi pengapian tanpa mengubah sistem bawaan kendaraan, sehingga dapat diaplikasikan dengan mudah pada berbagai tipe sepeda motor injeksi.



Gambar 5. *Wiring Diagram Flash Cable*; a). Baterai, b). *Regulator-Rectifier* (RR), c). *Flash Cable*, d). *Coil*, e). ECU.

Persentase perubahan tegangan *primer coil* akibat penggunaan *flash cable* dihitung menggunakan persamaan berikut. Persamaan ini membandingkan nilai rata-rata tegangan tanpa *flash cable* dengan rata-rata tegangan setelah menggunakan *flash cable*, untuk memperoleh angka persentase perubahan yang dihasilkan [31]. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$P = \frac{n - N}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Angka persentase yang didapatkan.

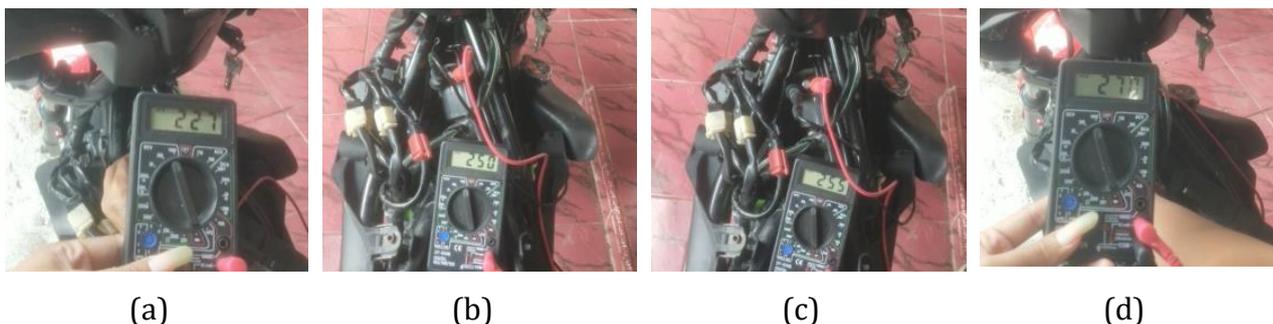
n = Rata-rata sebelum diberi perlakuan tanpa menggunakan *flash cable*

N = Rata-rata setelah diberi perlakuan penggunaan *flash cable*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Data hasil pengujian tegangan *primer coil* pada sepeda motor dengan variasi *flash cable* ditampilkan pada Gambar 6. Pengujian ini dilakukan pada beberapa putaran mesin (rpm) untuk mengamati efek dari penggunaan *flash cable* dengan jumlah lilitan yang berbeda. Tabel ini memuat rata-rata tegangan yang dihasilkan pada masing-masing kondisi, yakni tanpa *flash cable*, serta dengan *flash cable* 11, 16, dan 21 lilitan. Data ini menjadi dasar untuk mengevaluasi efektivitas penggunaan *flash cable* dalam meningkatkan tegangan *primer coil*.



Gambar 6. Pengambilan Data Pengukuran Tegangan; a). Tanpa *Flash Cable*, b). *Flash Cable* 11 Lilitan, c). *Flash Cable* 16 Lilitan, d). *Flash Cable* 21 Lilitan.

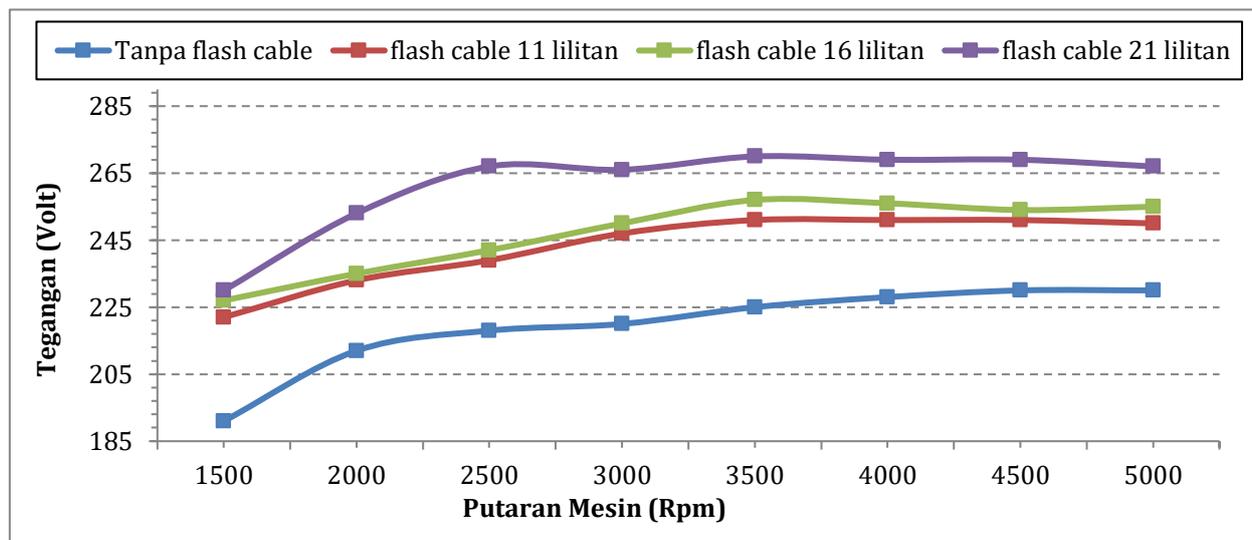
Hasil pengukuran tegangan dari pengujian akan ditampilkan secara lengkap setiap rpm pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Rata-Rata Setiap Hasil Pengujian Tegangan

Putaran Mesin (Rpm)	Hasil Pengukuran Tegangan (Volt)			
	Tanpa <i>Flash Cable</i>	<i>Flash Cable</i> 11 Lilitan	<i>Flash Cable</i> 16 Lilitan	<i>Flash Cable</i> 21 Lilitan
1500	191	222	227	230
2000	212	233	235	253
2500	218	239	242	267
3000	220	247	250	266
3500	225	251	257	270
4000	228	251	256	269
4500	230	251	254	269
5000	229	250	255	267
Rata-rata	219	243	247	261,625

Dari Tabel 1. terlihat bahwa penggunaan *flash cable* meningkatkan tegangan *primer coil* secara signifikan dibandingkan dengan kondisi tanpa *flash cable*. Pada putaran mesin 1500 hingga 5000 rpm, *flash cable* dengan 21 lilitan menghasilkan tegangan tertinggi, diikuti oleh 16 lilitan dan 11 lilitan. Rata-rata tegangan tertinggi dicapai oleh *flash cable* dengan 21 lilitan sebesar 261,625 volt, yang menunjukkan peningkatan substansial dari rata-rata tegangan tanpa *flash cable* yang hanya 219 volt. Data ini mengindikasikan bahwa jumlah lilitan *flash cable* berpengaruh terhadap peningkatan tegangan, yang pada akhirnya dapat mendukung kinerja pengapian yang lebih optimal.

Grafik pada Gambar 7. menunjukkan perbandingan tegangan *primer coil* yang dihasilkan oleh *flash cable* dengan 11, 16, dan 21 lilitan, serta kondisi tanpa *flash cable*, pada berbagai putaran mesin (rpm). Data ini membantu dalam menganalisis pengaruh jumlah lilitan terhadap kenaikan tegangan *primer coil* seiring peningkatan putaran mesin.



Gambar 7. Grafik Tegangan *Primer coil*

Berdasarkan Gambar 7. terlihat bahwa penggunaan *flash cable* meningkatkan tegangan *primer coil* pada semua varian lilitan dibandingkan dengan kondisi tanpa *flash cable*. *Flash cable* dengan 21 lilitan menghasilkan tegangan tertinggi pada sebagian besar putaran mesin, diikuti oleh *flash cable* dengan 16 lilitan, dan 11 lilitan. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah lilitan pada *flash cable* memiliki dampak signifikan terhadap tegangan *primer coil*. Peningkatan tegangan ini diharapkan dapat meningkatkan performa pengapian, yang berkontribusi pada efisiensi dan stabilitas mesin. Namun, perlu diperhatikan bahwa pada putaran mesin tertentu, peningkatan tegangan mungkin tidak signifikan atau stabil, yang dapat mempengaruhi kestabilan sistem pengapian secara keseluruhan.

Persentase tegangan *primer coil* Antara tanpa menggunakan *flash cable* dan dengan menggunakan *flash cable* 11 lilitan

$$P = \frac{24}{243} \times 100\% = 9,88 \%$$

Persentase tegangan *primer coil* Antara tanpa menggunakan *flash cable* dan dengan menggunakan *flash cable* 16 lilitan

$$P = \frac{28}{247} \times 100\% = 11,34 \%$$

Persentase tegangan *primer coil* Antara tanpa menggunakan *flash cable* dan dengan menggunakan *flash cable* 21 lilitan

$$P = \frac{42,625}{261,525} \times 100\% = 16,30 \%$$

Pembahasan

Hasil pengujian menunjukkan pengukuran tegangan puncak *primer coil* dengan variasi penggunaan *flash cable* dan jumlah lilitan yang berbeda, termasuk tanpa *flash cable*. Pada penggunaan *flash cable* dengan 11 lilitan, tegangan meningkat secara perlahan hingga mencapai putaran tinggi, terlihat dari grafik yang menunjukkan peningkatan tegangan yang teratur, menghasilkan garis grafik yang rapi. Pada konfigurasi ini, tegangan meningkat sebesar 9,88%, dari 219 V menjadi 243 V. Sebaliknya, pada penggunaan *flash cable* dengan 16 lilitan, tegangan meningkat terlalu cepat pada putaran rendah, kemudian menurun di putaran 4500 rpm dan sedikit naik lagi di putaran 5000 rpm, yang mengakibatkan grafik yang kurang rapi dan tegangan yang kurang stabil. Di sini, tegangan meningkat sebesar 11,34%, dari 219 V menjadi 247 V. Penggunaan *flash cable* dengan 21 lilitan juga menunjukkan pola yang kurang ideal, di mana tegangan meningkat terlalu dini pada putaran rendah sebelum mengalami fluktuasi. Kenaikan tegangan sebesar 16,30%, dari 219 V menjadi 262 V, menunjukkan perubahan yang signifikan.

Informasi dari pencipta *flash cable* menyatakan bahwa semakin banyak lilitan, mesin akan terasa lebih baik pada putaran atas, sementara sedikit lilitan akan lebih baik pada putaran bawah. Jika dikaitkan dengan hasil pengujian dan rujukan teori yang didapat, lilitan yang lebih banyak menghasilkan peningkatan tegangan yang mendukung efisiensi pembakaran pada putaran atas, tetapi dapat menyebabkan kekurangan pembakaran pada putaran bawah, sehingga mesin terasa berat dikarenakan memungkinkan untuk pembakaran menjadi terlalu miskin karena peningkatan tegangan yang signifikan. Tegangan tinggi dapat memicu pembakaran yang lebih agresif, yang mungkin tidak sesuai dengan karakteristik mesin standar dimana campuran yang di suplai keruang bakar telah disesuaikan dari pabrikannya. Pembakaran yang terlalu cepat atau lambat dapat mengakibatkan getaran dan potensi mati mesin, terutama pada kecepatan rendah [32]. Selain itu, penelitian lain menunjukkan bahwa variasi tegangan dapat mempengaruhi arus dan putaran mesin dalam berbagai kondisi beban. Ketika mesin beroperasi pada putaran idle, fluktuasi tegangan dapat mengganggu arus yang mengalir ke sistem pengapian, menyebabkan ketidakstabilan [33]. Oleh karena itu, sistem pengapian yang dirancang untuk beroperasi dalam rentang tegangan tertentu akan lebih baik dan lebih stabil dibandingkan dengan sistem yang terpapar tegangan tidak terkontrol [34].

Dapat disimpulkan bahwasannya tegangan pada penggunaan *flash cable* masih dikategorikan aman pada *flash cable* 21 lilitan yang mencapai 262 V. Sebab, batas maksimal tegangan pada *coil primer* sepeda motor khususnya dalam sistem pengapian dapat mencapai angka antara 200 hingga 400 volt [35]. Hal ini disebabkan oleh proses induksi yang terjadi di dalam *coil*, di mana tegangan tinggi dihasilkan untuk memicu busi agar dapat membakar campuran bahan bakar di ruang bakar. Penelitian menunjukkan bahwa tegangan yang dihasilkan oleh *coil* pengapian dapat bervariasi tergantung pada desain dan jenis sistem pengapian yang digunakan.

Pada sistem pengapian *coil* berfungsi sebagai transformator yang mengubah tegangan rendah dari baterai menjadi tegangan tinggi yang diperlukan untuk menghasilkan percikan api pada busi. Sebagai contoh, dalam sistem CDI tegangan yang dihasilkan dapat mencapai 300 volt atau lebih, tergantung pada spesifikasi *coil* dan desain rangkaian [36]. Penelitian juga menunjukkan bahwa pada beberapa sistem pengapian, tegangan puncak yang dihasilkan dapat mencapai 400 volt, yang merupakan batas aman untuk sebagian besar komponen elektronik dalam sistem pengapian sepeda motor [37].

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Penelitian ini membuktikan bahwa variasi jumlah lilitan pada *flash cable* mempengaruhi tegangan *primer coil* sepeda motor injeksi. Semakin banyak lilitan, semakin tinggi tegangan yang dihasilkan. *Flash cable* dengan 21 lilitan mencapai tegangan rata-rata tertinggi sebesar 261,625 V, sedangkan tanpa *flash cable* hanya 219 V. Hasil ini menunjukkan *flash cable* meningkatkan performa sistem pengapian, terutama pada putaran mesin tinggi. Peningkatan tegangan tidak selalu stabil, terutama pada putaran rendah, sehingga jumlah lilitan perlu disesuaikan dengan kebutuhan berkendara.

Saran

Pengguna disarankan memilih *flash cable* dengan lilitan sesuai kebutuhan. *Flash cable* dengan lilitan lebih rendah cocok untuk penggunaan perkotaan. Penelitian lanjutan dapat dilakukan pada tipe mesin lain untuk memperluas aplikasi. Produsen disarankan menambahkan stabilisator tegangan untuk menjaga kestabilan tegangan pada berbagai putaran mesin. Uji lapangan juga diperlukan untuk data yang lebih relevan dengan penggunaan sehari-hari.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] M. S. Firmansyah, W. Purwanto, H. Maksum, A. Arif, M. Y. Setiawan, dan C. A. Gusti, "Analisis Emisi Gas Buang (CO, CO₂ dan HC) pada Sepeda Motor FI dengan Variasi Saat Pengapian, Saat Penginjeksian dan Jenis Bahan Bakar," JTPVI: Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia, vol. 1, no. 1, Art. no. 1, Feb 2023.
- [2] W. Purwanto, Y. D. Herlambang, K. M. Paboreal Dunque, F. Mulani, D. S. Putra, dan M. Martias, "Enhancements to the Work Ability of a High-Speed Motor Used in Machine Tools," TEM Journal, hlm. 1443–1450, Agu 2023, doi: 10.18421/TEM123-24.
- [3] A. Arif, N. Hidayat, dan M. Y. Setiawan, "Pengaruh Pengaturan Waktu Injeksi dan Durasi Injeksi Terhadap Brake Mean Effective Pressure dan Thermal Efficiency Pada Mesin Diesel Dual Fuel," INVOTEK, vol. 17, no. 2, hlm. 67–74, Des 2017, doi: 10.24036/invotek.v17i2.73.
- [4] A. Arif, Rifdarmon, Milana, Martias, dan N. Hidayat, "Effects of Fuel Type on Performance in Gasoline Engine with Electronic Fuel Injection System," J. Phys.: Conf. Ser., vol. 1594, no. 1, hlm. 012036, Jul 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1594/1/012036.
- [5] W. Purwanto, K. I. Yogandi, R. Ari Saputra, C. Ariati, D. S. Putra, dan A. Ikhsan, "Exploration of an Electrical Energy Harvesting System Utilizing the Flow of Exhaust Emissions on a Motorcycle," dalam 2023 International Conference on Advanced Mechatronics, Intelligent Manufacture and Industrial Automation (ICAMIMIA), Nov 2023, hlm. 528–532. doi: 10.1109/ICAMIMIA60881.2023.10427885.
- [6] A. A. M. Putra, A. Finali, dan N. A. Mufarida, "Pengaruh Penggunaan Variasi Sistem Pengapian Terhadap Performa Motor 4 Tak 125cc," Jurnal Smart Teknologi, vol. 2, no. 1, Art. no. 1, Nov 2020.
- [7] W. Purwanto, D. S. Putra, H. D. Saputra, Z. Abadi, Y. Nursyafti, dan T. Sugiarto, "The Invention of a Valve Skirting Device for Automobiles Utilising an Electric Motor with an AC Dimmer Setting," dalam 2023 IEEE 7th International Conference on Information Technology, Information Systems and Electrical Engineering (ICITISEE), Nov 2023, hlm. 1–4. doi: 10.1109/ICITISEE58992.2023.10404618.
- [8] M. Ramadhan, D. S. Putra, W. Purwanto, M. Y. Setiawan, dan M. Muslikhin, "Implementation of Conventional Motorcycle Conversion into Electric Motorcycle Using

- BLDC Motor and LiFePO₄ Battery,” 1, vol. 6, no. 3, Art. no. 3, Okt 2024, doi: 10.46574/motivecton.v6i3.339.
- [9] W. Wagino dkk., “Eco-Friendly Motorcycle Technology: Examining the Impact of Banana Peel-Based Catalytic Converters on CO Emissions with Biogasoline Fuel,” E3S Web Conf., vol. 500, hlm. 03030, 2024, doi: 10.1051/e3sconf/202450003030.
- [10] Z. Hafizh, A. Deni, dan M. A. Riko, “Engine Management System Berbasis Mikrokontroler ATMega 2560,” other, Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat, 2024. Diakses: 13 November 2024. [Daring]. Tersedia pada: <http://eprints.umsb.ac.id/2661/>
- [11] M. H. Tullah, Y. M. D. E. Saputra, F. Fachruddin, M. P. Utomo, dan F. M. Rahman, “Rancang Bangun Perangkat Perekam Data Konsumsi Bahan Bakar Dan Rasio Udara-Bahan Bakar Digital Untuk Analisa Unjuk Kerja Mesin Bensin Pembakaran Dalam,” Jurnal Mekanik Terapan, vol. 1, no. 2, Art. no. 2, Nov 2020, doi: 10.32722/jmt.v1i2.3362.
- [12] W. Purwanto, F. Afif, R. Lapisa, D. Yuvenda, M. Y. Setiawan, dan H. D. Saputra, “Optimasi Penggunaan Jenis Busi, Oli, Dan Campuran Ethanol Bensin Terhadap Peningkatan Suhu Dan Jarak Tempuh Sepeda Motor 4 Langkah Dengan Metode Taguchi,” 1, vol. 3, no. 2, Art. no. 2, Des 2022, doi: 10.24036/aej.v3i2.150.
- [13] C. Shetty dkk., “Analytical Expressions for Inductances of 3-D Air-Core Inductors for Integrated Power Supply,” IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics, vol. 10, no. 2, hlm. 1363–1383, Apr 2022, doi: 10.1109/JESTPE.2021.3077203.
- [14] M. Solomentsev dan A. J. Hanson, “At What Frequencies Should Air-Core Magnetics Be Used?,” IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 38, no. 3, hlm. 3546–3558, Mar 2023, doi: 10.1109/TPEL.2022.3222993.
- [15] E. Asahina, M. Fukuoka, I. Masuda, A. Nagai, K. Maeda, dan M. Ishitobi, “Structure of Air-Core Power Inductor With High Energy Density and Low Copper Loss,” IEEE Transactions on Magnetics, vol. 59, no. 11, hlm. 1–5, Nov 2023, doi: 10.1109/TMAG.2023.3297333.
- [16] S. Jha, S. Acharya, dan S. Mishra, “Design and Performance Evaluation of an Air-Core Inductor for Point-of-Load (POL) Converter,” dalam 2020 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE), Okt 2020, hlm. 3280–3285. doi: 10.1109/ECCE44975.2020.9235327.
- [17] J. Kampkötter, M. Karagounis, dan R. Kokozinski, “A high frequency radiation hardened DC/DC-converter with low volume air core inductor,” J. Inst., vol. 19, no. 01, hlm. C01052, Jan 2024, doi: 10.1088/1748-0221/19/01/C01052.
- [18] H. Lin, G. Van der Plas, X. Sun, D. Velenis, E. Beyne, dan R. Lauwereins, “System Optimization: High-Frequency Buck Converter With 3-D In-Package Air-Core Inductor,” IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology, vol. 12, no. 3, hlm. 401–409, Mar 2022, doi: 10.1109/TCPMT.2021.3102435.
- [19] W. Purwanto, A. Arif, H. D. S. Martias, Y. Nursyafti, dan A. Adrilana, “Check for updates The Impacts of Water Injection Application on the Performance of Internal Combustion Engines,” dalam Proceedings of the 4th Borobudur International Symposium on Science and Technology 2022 (BIS-STE 2022), Springer Nature, 2023, hlm. 20. Diakses: 4 Juli 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://books.google.com/books?hl=id&lr=&id=iVXiEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA20&dq=Here%27s+how+the+EFI+system+works&ots=WMPRnzhEWL&sig=B0bnyFqSKXgU5uZzprvpHdUW76M>
- [20] A. I. R. Cahyo, H. Eteruddin, D. Setiawan, dan Darmansyah, “Analisis Penggunaan Energi Listrik Pada Mobil Listrik Terhadap Intensitas Cahaya,” SainETIn : Jurnal Sains, Energi, Teknologi, dan Industri, vol. 8, no. 1, hlm. 21–27, Des 2023, doi: 10.31849/sainetin.v8i1.11016.

-
- [21] M. F. Janitra dan A. R. A. Rohman, "Analisis Perbandingan CDI Shindengen dan CDI Brt Dual Band Terhadap Torsi Dan Horse Power Mesin Sepeda Motor Kawasaki KLX 150 Tahun 2014," *Motor Bakar : Jurnal Teknik Mesin*, vol. 8, no. 3, Art. no. 3, Sep 2024, doi: 10.31000/mbjtm.v8i3.11680.
- [22] S. Hartanto dan Handoko, *Materi Ajar Praktek Tune Up Sepeda Motor 4 Tak Berbasis Kebutuhan Dunia Kerja untuk Siswa SMK*. Penerbit CV. SARNU UNTUNG.
- [23] Wiranto, Nehru, dan Y. R. Hais, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Kontrol PLTS Berbasis Web Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Jambi," *SEMASTER: Seminar Nasional Teknologi Informasi & Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 1, hlm. 73–87, 2023.
- [24] H. Maksum dan W. Purwanto, "The Development of Electronic Teaching Module for Implementation of Project-Based Learning during the Pandemic," *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, vol. 10, no. 2, Art. no. 2, Mar 2022, doi: 10.46328/ijemst.2247.
- [25] B. Wilantara dkk., "Uji Modifikasi Komponen dan Sistem Pengapian Yamaha 5D9 Terhadap Emisi Gas Buang dan Konsumsi Bahan Bakar," *AEEJ*, vol. 2, no. 1, hlm. 53–60, Jun 2021, doi: 10.24036/aej.v2i1.68.
- [26] T. Winarno, D. C. Riawan, dan H. Suryoatmojo, "Studi Komparasi dan Analisis Kumparan pada Wireless Power Transfer dengan Mempertimbangkan Variasi Jarak dan Misalignment," *Seminar Nasional Teknik Elektro*, Nov 2023, Diakses: 13 November 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://snte.fortei.org/list/index.php/snte/article/view/26>
- [27] A. Syakur, O. R. Nugraha, F. D. P. Riyanto, dan R. D. A. Putra, "Desain Generator Tegangan Tinggi Impuls 31,4 kV menggunakan Ignition Coil," *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, vol. 11, no. 2, Art. no. 2, Apr 2023, doi: 10.26760/elkomika.v11i2.494.
- [28] D. Sugiono, A. Lostari, N. I. Riani, dan A. Kusdyanto, "Studi Eksperimental Pengaruh Variasi CDI Terhadap Performa Kendaraan Empat Langkah," *Infotekmesin*, vol. 14, no. 1, Art. no. 1, Jan 2023, doi: 10.35970/infotekmesin.v14i1.1656.
- [29] N. Hidayat, M. Y. Setiawan, dan A. Arif, "Studi Eksperimental Kemampuan Pelepasan Panas pada Radiator Straight Fin Jenis Flat Tube dengan Variasi Cooling Liquid," *Invotek: Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi*, vol. 20, no. 3, Art. no. 3, 2020.
- [30] T. S. Karan Supriadi, Wagino, "Pengaruh Variasi Oversize Piston Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Yamaha Mio Sporty," *Jurusan Teknik Otomotif FT UNP*, vol. 1, no. 2, hlm. 1–7, 2018.
- [31] O. A. Kurniawan, A. Arif, D. Fernandez, M. Y. Setiawan, dan H. N. Sari, "Analisis Penggunaan Hydrocarbon Crack System (HCS) Terhadap Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor Fuel Injection," *JTPVI: Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia*, vol. 1, no. 4, Art. no. 4, Okt 2023, doi: 10.24036/jtpvi.v1i4.126.
- [32] S. Mulyanto dan M. E. P. Widagda, "Pengaruh Tegangan dan Beban Daya Listrik terhadap Arus dan Putaran Mesin pada Gentset Berbahan Bakar LPG," *DJITM*, vol. 11, no. 1, hlm. 40, Des 2019, doi: 10.33772/djitm.v11i1.8764.
- [33] A. Mulyadi dan C. Huda, "Magneto: Desain dan Simulasi," *Angkasa: Jurnal Ilmiah Bidang Teknologi*, vol. 16, no. 1, Art. no. 1, Mei 2024, doi: 10.28989/angkasa.v16i1.1916.
- [34] K. N. Faizin, "Pengaruh Variasi Diameter Pulley Alternator dan Daya Motor Terhadap Arus dan Kecepatan Proses Pengisian Baterai 12 Volt," *Journal of Electrical Electronic Control and Automotive Engineering (JEECAE)*, vol. 1, no. 1, 2016.
-

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan.