RANCANG BANGUN DAN ANALISIS REGULATOR KONVENSIONAL DENGAN REGULATOR IC PADA TOYOTA KIJANG TIPE KF 40

Arifa Rizal Raspati [1]

[1] Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif, Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri, Universitas Pendidikan Indonesia

Jl. Dr. Setiabudi No.229, Isola, Kec. Sukasari, Kota Bandung, Jawa Barat 4015

arifarr21@upi.edu

ABSTRAK

Sistem pengisian pada kendaraan tua seperti Toyota Kijang KF 40 umumnya masih menggunakan regulator tipe kontak poin yang bersifat mekanis dan rentan terhadap kegagalan. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan rancang bangun sistem pengisian dari tipe kontak poin ke tipe regulator *Integrated Circuit* (IC) pada *Car Training Stand* KF 40, serta menganalisis perbandingan performanya pada kondisi beban tetap. Metode yang digunakan adalah eksperimen kuantitatif dengan desain *before-after*. Pengujian awal pada sistem regulator kontak poin menunjukkan kegagalan fungsi total dengan tegangan output stagnan pada 12,16 V – 12,30 V, yang mengindikasikan kondisi *discharging*. Setelah dilakukan rancang bangun, hasil pengujian menunjukkan pemulihan kinerja dengan tegangan output stabil pada rentang 14,05 V – 14,21 V di seluruh variasi putaran *engine* (1200-3500 RPM). Penelitian ini membuktikan bahwa rancang bangun ke regulator IC berhasil meningkatkan stabilitas tegangan dan keandalan sistem pengisian secara optimal.

Kata kunci : sistem pengisian, kijang KF 40, regulator kontak poin, regulator IC, rancang bangun.

Abstract

The charging system in older vehicles such as the Toyota Kijang KF 40 generally still uses a mechanical contact point type regulator and is prone to failure. This study aims to design a charging system from the contact point type to the Integrated Circuit (IC) type regulator on the Car Training Stand KF 40, as well as to analyze the performance comparison under constant load conditions. The method used is a quantitative experiment with a before-after design. Initial testing on the contact point regulator system showed a total failure with a stagnant output voltage at 12.16 V – 12.30 V, which indicates a discharging condition. After the design was carried out, the test results showed a recovery in performance with a stable output voltage in the range of 14.05 V – 14.21 V across all engine speed variations (1200-3500 RPM). This study proves that the design to the IC regulator successfully improves voltage stability and reliability of the charging system optimally.

Key words : *charging system, kijang KF 40, contact-point regulator, IC regulator, design and build.*

PENDAHULUAN

Mesin Sistem pengisian (*charging system*) memegang peran vital dalam operasional kendaraan modern. Fungsi utamanya adalah mengisi ulang daya baterai (aki) dan menyuplai kebutuhan energi listrik ke seluruh komponen elektronik kendaraan saat *engine* beroperasi. Performa sistem pengisian yang optimal krusial untuk mencegah kegagalan suplai daya, kerusakan baterai, dan ketidakstabilan sistem elektronik lainnya [1]. Hal tersebut sejalan dengan prinsip sistem pengisian yang harus mampu mengompensasi beban kelistrikan secara terus menerus guna menjaga siklus hidup baterai. Konteks pendidikan vokasi otomotif, pemahaman mendalam mengenai sistem ini dijembatani melalui penggunaan media pembelajaran praktis seperti *Car Training Stand*. Alat peraga, seperti *Car Training Stand KF 40*, dirancang untuk mensimulasikan lingkungan kerja sistem kelistrikan dan *engine* secara nyata, memungkinkan observasi dan diagnosis dalam kondisi laboratorium yang terkontrol.

Permasalahan teridentifikasi pada *Car Training Stand* KF 40 yang masih menggunakan regulator tipe kontak poin. Teknologi ini memiliki

kelemahan pada stabilitas tegangan akibat ketergantungan pada kontak platina yang rentan aus. Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini berfokus pada rancang bangun sistem pengisian menggunakan teknologi IC regulator untuk meningkatkan presisi regulasi tegangan. Teknologi ini memiliki sejumlah kelemahan, seperti stabilitas tegangan yang rendah akibat ketergantungan pada kontak platina mekanis yang rentan terhadap keausan dan perubahan celah yang mengakibatkan tegangan *output* menjadi tidak stabil [2]. Selain itu, titik kontak rentan mengalami keausan dan oksidasi, sehingga menuntut perawatan intensif. Responnya dalam menyesuaikan arus medan magnet juga cenderung lebih lambat dibandingkan sistem elektronik [3].

Penggunaan teknologi regulator kontak poin yang sudah usang pada media pembelajaran ini menciptakan kesenjangan kompetensi. Saat ini, industri otomotif telah sepenuhnya beralih ke alternator modern yang dilengkapi *Integrated Circuit* (IC) Regulator. Regulator IC menawarkan keunggulan mutlak dalam hal stabilitas tegangan yang presisi, keandalan tinggi (bebas perawatan), dan respon yang cepat terhadap perubahan beban [4].

Berdasarkan kesenjangan teknologi dan kebutuhan pembaruan media pembelajaran tersebut, penelitian ini berfokus pada rancang bangun dan analisis penggantian alternator regulator konvensional dengan regulator IC pada sistem pengisian *Car Training Stand KF 40*. Tujuan utama dari penelitian ini adalah melakukan rancang bangun penggantian alternator tersebut, yang dilanjutkan dengan menganalisis dan membandingkan performa sistem pengisian secara kuantitatif. Analisis ini difokuskan untuk mengetahui keunggulan performa regulator IC dibandingkan regulator kontak poin, khususnya dalam merespon variasi putaran *engine* (RPM) dalam kondisi tanpa beban kelistrikan karena objek toyota KF 40 ini sudah dirubah menjadi *car training stand* dimana *car training stand* ini dibuat tanpa beban kelistrikan interior (seperti AC, *wiper*, *power window*, dll dan hanya berupa rangka terbuka, kursi, dan *engine*.

Permasalahan teridentifikasi pada *Car Training Stand* KF 40 yang masih menggunakan regulator tipe kontak poin. Teknologi ini memiliki kelemahan pada stabilitas tegangan akibat ketergantungan pada kontak platina yang rentan aus. Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini berfokus pada rancang bangun sistem pengisian menggunakan teknologi IC regulator untuk meningkatkan presisi regulasi tegangan. Rancang bangun ini sekaligus difokuskan untuk memastikan tingkat kelayakan media agar siap dan andal digunakan sebagai sarana pembelajaran di sekolah, sejalan dengan terbuktinya efektivitas pembaruan simulator pengisian IC regulator dalam mendukung pemahaman kompetensi teknis siswa [9].

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat berlapis. Secara praktis, penelitian ini menghasilkan media pembelajaran (*training stand*) yang telah diperbarui (*up-to-date*) sehingga lebih relevan dengan teknologi otomotif terkini di industri [5]. Secara akademis, penelitian ini menyumbangkan data kuantitatif komparatif yang jelas mengenai karakteristik dan performa antara sistem pengisian konvensional dan modern. Pada akhirnya, secara pedagogis, pembaruan alat dan ketersediaan data ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman serta kompetensi mahasiswa atau siswa mengenai prinsip kerja, diagnosis, dan keunggulan teknologi sistem pengisian modern.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental dengan pendekatan Rancang Bangun. Desain penelitian difokuskan pada perbandingan performa *pre-test* dan *post-test*, yaitu dengan membandingkan data performa sistem pengisian sebelum rancang bangun (kondisi *baseline* menggunakan regulator kontak poin) dan sesudah rancang bangun (menggunakan alternator ber-regulator IC). Penelitian dilaksanakan pada bulan September-Oktober tahun 2025 di *Workshop* Otomotif Universitas Pendidikan Indonesia, dengan objek penelitian berupa satu unit *Car Training Stand* KF 40.

Bahan utama yang digunakan meliputi unit training stand itu sendiri, satu unit alternator konvensional (regulator kontak poin) sebagai data *baseline*, satu unit alternator *modern* (regulator IC) sebagai perangkat rancang bangun, dan satu unit baterai 12V. Peralatan rancang bangun yang digunakan mencakup set kunci bengkel (pas/ring/soket), obeng, dan tang. Prosedur rancang bangun dan pengujian mengacu pada standar operasional prosedur (SOP) sistem kelistrikan otomotif [1]. Proses pengujian didukung oleh instrumen ukur presisi berupa *Multimeter Digital* untuk mengukur tegangan (V), Tang Ampere (*Clamp Meter*) untuk mengukur arus (A), dan *Tachometer* untuk mengukur putaran *engine* (RPM). Sesuai dengan ruang lingkup penelitian, pengujian performa dibatasi hanya pada kondisi tanpa beban.

Prosedur penelitian dilaksanakan secara sistematis dengan alur sebagai berikut:

1. Diawali dengan studi literatur untuk mengkaji diagram kelistrikan dan spesifikasi teknis kedua sistem.
2. Tahap selanjutnya adalah Pengujian Awal (Kondisi A), di mana performa sistem pengisian

konvensional (kontak poin) diuji. Pengambilan data tegangan (V) dan arus (A) dilakukan pada berbagai variasi putaran *engine* (RPM), diantaranya 1200 (*idle*), 1500, 2500, dan 3500 RPM. Seluruh pengujian pada tahap ini dilakukan hanya pada kondisi tanpa beban. Pengujian tanpa beban ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dasar alternator dalam menyuplai arus eksitasi dan pengisian baterai [6]. Fokus utama pengukuran adalah untuk memvalidasi stabilitas suplai arus eksitasi yang dibutuhkan untuk membangkitkan kemagnetan rotor, serta memastikan bahwa tegangan output yang dihasilkan mampu melampaui tegangan statis baterai untuk memicu proses pengisian dasar secara efektif.

3. Setelah data awal terkumpul, Tahap Rancang Bangun (Rancang bangun) dilaksanakan. Tahap ini meliputi pembongkaran alternator konvensional, pemasangan alternator baru (regulator IC), penyesuaian dudukan (*bracket*) jika diperlukan, dan penyesuaian ulang pengkabelan (*rewiring*) sesuai diagram regulator IC yang telah dilakukan rancang bangun menjadi lebih ringkas, guna memastikan kompatibilitas sistem [5].
4. Langkah terakhir adalah Pengujian Akhir (Kondisi B) dan analisis data, di mana sistem yang telah dirancang bangun diuji kembali. Pengambilan data tegangan dan arus dilakukan menggunakan variasi RPM yang persis sama dengan Pengujian Awal, dan juga tetap hanya pada kondisi Tanpa Beban untuk menjamin validitas komparasi data. Seluruh data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan metode Analisis Deskriptif Komparatif.



Gambar 1 *Flowchart* Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

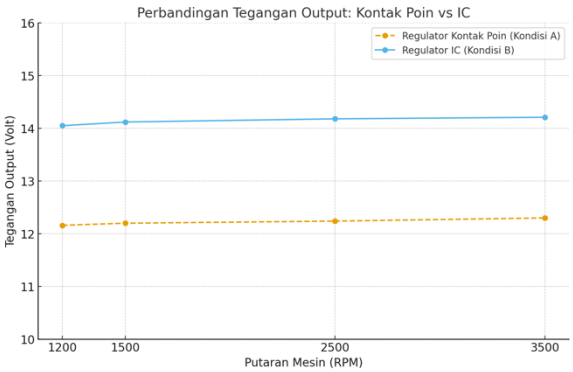
Proses penelitian rancang bangun dan analisis ini telah berhasil dilaksanakan. Tahap rancang bangun (rancang bangun) yang meliputi penggantian alternator konvensional dengan alternator ber-regulator IC pada *Car Training Stand KF 40* berjalan lancar, termasuk penyesuaian dudukan dan pengkabelan ulang. Setelah rancang bangun, dilakukan pengambilan data komparatif. Data performa sistem pengisian sebelum rancang bangun (menggunakan regulator Kontak Poin) dan sesudah rancang bangun (menggunakan regulator IC) diuji pada kondisi yang identik. Sesuai batasan penelitian, pengujian dilakukan pada kondisi tanpa beban dengan variasi putaran *engine* (RPM).

Analisis Performa Tegangan (Voltase)

Tegangan adalah parameter utama yang dikontrol oleh regulator. Data perbandingan tegangan output kedua sistem disajikan pada Tabel 5.1 dan Gbr. 5.1.

Tabel 1 Perbandingan Tegangan *Output* (V) Tanpa Beban.

Putaran *Engine* (RPM)	**Tegangan (*Volt*) - Regulator Kontak Poin (Kondisi A)**	**Tegangan (*Volt*) - Regulator IC (Kondisi B)**
1200 (Idle)	12,16	14,05
1500	12,20	14,12
2500	12,24	14,18
3500	12,30	14,21



Gambar 2 Grafik Perbandingan Tegangan *Output* Regulator Kontak Poin dan IC

Berdasarkan data pada Tabel 1 dan Gambar 1 terlihat perbedaan karakteristik yang berbeda antara kedua sistem.

Pada Kondisi A, ditemukan kegagalan fungsi dengan tegangan stagnan antara 12,16 V hingga 12,30 V. Temuan dari hasil tersebut adalah permukaan platina yang berfungsi memutus-

sambungkan arus eksitasi telah mengalami oksidasi atau keausan (*pitting*), sehingga menghambat aliran listrik ke *rotor coil*. Karena arus eksitasi terhambat, kemagnetan pada *rotor coil* menjadi sangat lemah. Akibatnya, putaran secepat apa pun dari *engine* (hingga 3500 RPM) tidak akan mampu diubah oleh *stator coil* menjadi tegangan output yang optimal.

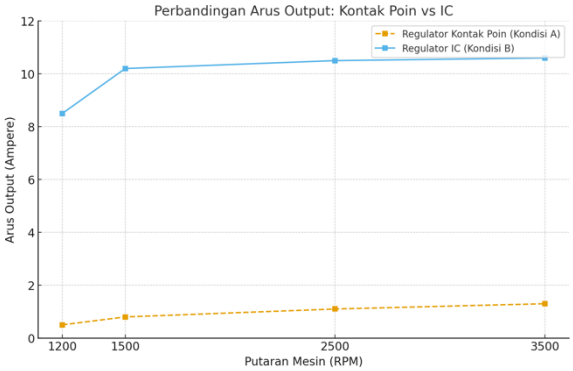
Karena angka ini di bawah tegangan statis baterai, sistem mengalami kondisi *discharging*. *Discharging* adalah proses pengosongan muatan baterai karena beban sistem tidak mampu ditutup oleh output alternator, disebabkan oleh keausan titik kontak pada regulator konvensional. Kondisi tegangan yang tertahan di bawah angka statis baterai (12,6 V) ini mengindikasikan bahwa sistem sedang dalam kondisi *discharging*. Hal ini memvalidasi urgensi penggantian komponen, sesuai dengan landasan teori yang menyatakan bahwa regulator mekanis tua rentan mengalami kegagalan total akibat keausan titik kontak [2].

Setelah dilakukan rancang bangun (Kondisi B), sistem menunjukkan pemulihan kinerja yang cenderung berbeda. Pada putaran *idle* (1200 RPM), tegangan mencapai 14,05 V dan sangat stabil hingga 14,21 V pada 3500 RPM. Fluktuasi tegangan hanya sebesar 0,16 V, angka fluktuasi sebesar 0,16 V diperoleh secara empiris dari selisih titik tegangan tertinggi dan terendah yang dihasilkan oleh regulator IC selama pengujian pada berbagai rentang putaran *engine*. Kestabilan ini tercapai karena regulator IC menggunakan komponen semikonduktor yang merespons perubahan putaran engine tanpa jeda mekanis. Hal ini tervalidasi dengan penelitian Sinaga & Tarmizi [7] yang menyatakan bahwa regulator IC memiliki presisi regulasi tinggi untuk mencegah *overcharging*. Pengukuran arus pada kondisi tanpa beban bertujuan untuk melihat seberapa besar arus yang dialirkan untuk pengisian baterai.

Secara teoretis, kelemahan sistem mekanis murni terletak pada inersia pegas dan gesekan platina yang membatasi kecepatan pemutusan arus medan. Sebaliknya, regulator IC mengatasi masalah ini dengan memanfaatkan komponen transistor yang mampu melakukan *switching* (pemutusan dan penyambungan arus eksitasi) dalam waktu milidetik tanpa adanya kontak fisik mekanis. Teori dasar ini menjelaskan secara komprehensif mengapa sistem IC mampu merespons perubahan RPM dengan sangat cepat sehingga fluktuasi tegangan dapat ditekan seminimal mungkin [11].

Tabel 2 Perbandingan Arus *Output* (A) Tanpa Beban.

Putaran *Engine* (RPM)	**Arus (*Ampere*) - Regulator Kontak Poin (Kondisi A)**	**Arus (*Ampere*) - Regulator IC (Kondisi B)**
1200 (Idle)	0,5	8,5
1500	0,8	10,2
2500	1,1	10,5
3500	1,3	10,6



Gambar 3 Grafik Perbandingan Arus *Output* Regulator Kontak Poin dan IC

Data pada Tabel 2 dan Gambar 2 menunjukkan perbedaan dalam kemampuan suplai arus. Pada Kondisi A (Kontak Poin), arus yang terukur sangat kecil (0,5 A – 1,3 A). Nilai ini tidak mencukupi bahkan untuk kebutuhan dasar sistem pengapian *engine*, sehingga mengakibatkan baterai mengalami pengosongan (*discharging*) terus-menerus [11]. Pada Kondisi B, alternator mampu menyuplai arus 8,5 A – 10,6 A. Perlu dicatat bahwa arus pada Kondisi B tidak melonjak tinggi (misalnya hingga 40 A) karena pengujian dilakukan Tanpa Beban. Pada kondisi ini, Regulator IC bekerja cerdas dengan hanya menyuplai arus sesuai kebutuhan beban dasar (sistem pengapian) dan pengisian baterai, mencegah pengisian berlebih (*overcharging*) yang dapat merusak baterai. Kestabilan arus pada regulator IC disebabkan oleh respon cepat transistor dalam mengatur arus *field coil* tanpa jeda mekanis, berbeda dengan regulator kontak poin yang memiliki keterbatasan pada respon pegas [8].

Pemulihan kinerja juga divalidasi oleh ketersediaan arus listrik yang sehat. Pada Kondisi B, alternator mampu menyuplai arus sebesar 8,5 A pada putaran rendah dan stabil hingga 10,6 A pada putaran tinggi. Suplai arus ini tidak hanya cukup untuk kebutuhan operasional engine (sistem pengapian), tetapi juga menyediakan daya cadangan untuk pengisian pemeliharaan baterai secara kontinu.

Tercapainya tegangan output yang stabil di kisaran 14,05 V – 14,21 V pada Kondisi B tidak hanya mengindikasikan pemulihan fungsional, tetapi juga berfungsi sebagai validasi teknis terhadap standar operasional sistem pengisian kendaraan ringan. Angka keluaran ini telah memenuhi parameter spesifikasi pabrikan otomotif modern. Kesesuaian dan presisi data kelistrikan ini

merupakan syarat mutlak dalam proses validasi rancang bangun media pembelajaran. Dengan teratasinya anomali kegagalan total pada sistem sebelumnya, *Car Training Stand* ini telah tervalidasi dan dinyatakan sangat layak untuk diimplementasikan sebagai media pembelajaran di sekolah. Kelayakan ini menjamin bahwa siswa atau praktikan dapat melakukan proses diagnosis pada sistem yang beroperasi secara normal tanpa terdistraksi oleh kerusakan mekanis [10].

KESIMPULAN

Dari studi diagnostik dan analisis kinerja yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan:

1. Rancang bangun dengan penggantian menggunakan alternator ber-regulator IC terbukti berhasil memulihkan kinerja pengisian . Sistem menyediakan performa tegangan yang sangat stabil (pada rentang 14,05 V – 14,21 V) dan suplai arus yang andal.
2. Rekomendasi utama dari penelitian ini adalah bahwa *upgrade* ke sistem IC merupakan keharusan untuk mengatasi kelemahan mekanis sistem konvensional. Rancang bangun ini sangat layak diaplikasikan guna menjamin keandalan operasional kelistrikan Kijang KF 40 maupun sebagai media pembelajaran standar industri otomotif.

Penggantian ini merupakan sebuah peningkatan (*upgrade*) yang sangat direkomendasikan bagi pemilik kendaraan Toyota Kijang KF40 untuk mengatasi kelemahan sistem pengisian standarnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Selama penyusunan laporan ini begitu banyak bantuan dan dorongan dari berbagai pihak, oleh karena itu dengan kerendahan hati penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan penulis kelancaran sehingga dapat menyelesaikan pembuatan laporan ini.
2. Program Studi S1 Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri Universitas Pendidikan Indonesia.
3. Semua pihak yang telah membantu dan turut mendoakan penulis sehingga kegiatan penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.

Semoga semua dukungan, bantuan dan bimbingan yang telah diberikan kepada penulis baik secara langsung maupun tidak langsung mendapat balasan dari Tuhan yang Maha Esa.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Arifin, Z., & Setiawan, A. (2019). Perbandingan Kinerja Alternator Standar dengan Alternator Rancang bangun 80A pada Sistem Audio Mobil. *Jurnal Vokasi Teknik Otomotif*, 2(2), 78-85.

[2] Boentarto. (2015). *Sistem Kelistrikan Otomotif*. Yogyakarta: Deepublish.

[3] Daryanto. (2018). *Sistem Pengisian Konvensional dan Elektronik*. Jakarta: PT Bumi Aksara.

[4] Daryanto. (2021). *Sistem Kelistrikan Kendaraan Ringan*. Jakarta: PT Bumi Aksara.

[5] Daryanto. (2021). *Sistem Kelistrikan Kendaraan Ringan*. Jakarta: PT Bumi Aksara.

[6] Nugroho, A., & Sudira, P. (2021). Validasi Kinerja dan Kelayakan *Car Training Stand* sebagai Media Pembelajaran Kelistrikan Otomotif. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 8(2), 112-120.

[7] Putra, D. S., & M, N. (2024). Analisis Sistem Pengisian Regulator Tipe Kontak Poin pada Mobil Toyota Kijang 5K. *Jurnal Teknik Engine Universitas Tanjungpura (Jurnal UNTAN)*.

[8] Sinaga, S., & Tarmizi, H. B. (2020). Analisis Perbandingan Sistem Pengisian Konvensional dan Sistem Pengisian IC Regulator pada Mobil. *Jurnal Ilmiah Teknik Engine (INVOTEK)*, 2(1).

[9] Sinaga, S., & Tarmizi, H. B. (2020). Analisis Perbandingan Sistem Pengisian Konvensional dan Sistem Pengisian IC Regulator pada Mobil. *Jurnal Ilmiah Teknik Engine (INVOTEK)*, 2(1)..

[10] Subeki, K., Sugiarto, T., Maksum, H., Saputra, H. D., & Wagino. (2024). Pengembangan Simulator Sistem Pengisian IC Regulator sebagai Media Pembelajaran Siswa SMK. *MSI Transaction on Education*, 5(1), 1-12. https://doi.org/10.46574/mted.v5i1.132.

[11] Wibowo, S., & Setiawan, B. (2022). *Sistem Kelistrikan Kendaraan Ringan: Teori dan Aplikasi Semikonduktor*. Bandung: Penerbit Pustaka Otomotif.