



TUGAS AKHIR AB 1956 409

**RANCANG BANGUN ALAT PENGUJI *ALTERNATOR*
PADA UNIT ALAT BERAT**

Oleh:

Sandy Dwi Wahyudi

NRP. 33212301017

Dosen Pembimbing 1

Misbakhul Fatah, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing 2

Abdul Hamid, S.Si., M.Si.

**PRODI D3 TEKNIK MESIN ALAT BERAT
JURUSAN REKAYASA MESIN DAN INDUSTRI
POLITEKNIK NEGERI MADURA
2026**

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sandy Dwi Wahyudi
NRP : 33212301017
Program Studi : D3 Teknik Mesin Alat Berat
Jurusan : Rekayasa Mesin Dan Industri
Tahun Akademik : 2025/2026

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir saya dengan judul Rancang Bangun Alat Pengujian *Alternator* Pada Unit Alat Berat adalah original, belum pernah dibuat oleh pihak lain dan bebas dari plagiarisme.

Bila mana pada kemudian hari ditemukan ketidak sesuaian dengan pernyataan ini, saya bersedia dituntut dan di proses sesuai dengan penentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Sampang, 27 Juli 2026

Yang menyatakan



Sandy Dwi Wahyudi
NRP. 33212301017

LEMBAR PERSETUJUAN SIDANG TUGAS AKHIR

Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Alat Penguji *Alternator* Pada Unit Alat Berat
Penulis : Sandy Dwi Wahyudi
NRP : 33212301017
Program Studi : Teknik Mesin Alat Berat
Jurusan : Rekayasa Mesin dan Industri

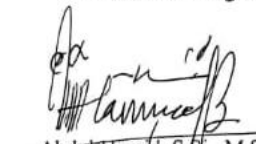
Tugas akhir ini telah diperiksa dan disetujui untuk disidangkan

Ditandatangani di Sampang, 28 Juli 2026

Menyetujui,

Dosen Pembimbing II

Dosen Pembimbing I



Abdul Hamid, S.Si., M.Si.
NIP. 198805172019031012



Misbakhul Fatah, S.T., M.T.
NIPPPK. 197811262021211003

Koordinator Program Studi
D3 Teknik Mesin Alat Berat

Koordinator TA
D3 Teknik Mesin Alat Berat



Mohammad Anas Fikri, S.T., M.T.
NIP. 197705222021211005



Faizatur Rohmah, S.Si., M.Si.
NIP. 199006062024212053

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN ALAT PENGUJI ALTERNATOR PADA UNIT ALAT BERAT

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Ahli Madya Teknik (A.Md. T.)

Pada
Jurusan Teknik Rekayasa Mesin Dan Industri Politeknik Negeri
Madura

Oleh :
Sandy Dwi Wahyudi
NRP 33212301017

Tugas Akhir ini telah disidangkan pada tanggal 28 Juli 2026 dan
telah sesuai dengan ketentuan.

Disetujui Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Misbakhul Fatah, S.T., M. T. (Pembimbing I)
2. Abdul Hamid, S.Si., M.Si. (Pembimbing II)
3. Mohammad Anas Fikri, S.T., M.T. (Penguji I)
4. Amin Jakfar, S.T., M. T. (Penguji II)
5. Ratna Ayu Pawestri K.D, S.Pd., M.Pd. (Penguji III)

Sampang, 03 Agustus 2026

RANCANG BANGUN ALAT PENGUJI *ALTERNATOR* PADA UNIT ALAT BERAT

Nama : Sandy Dwi Wahyudi
NRP : 33212201017
Pembimbing I : Misbakhul Fatah, S.T., M.T.
Pembimbing II : Abdul Hamid, S.Si., M.Si.

ABSTRAK

Sistem pengisian pada unit alat berat memiliki peran penting dalam menyuplai energi listrik untuk mengisi baterai dan memenuhi kebutuhan komponen kelistrikan. Pemeriksaan *alternator* pada umumnya masih dilakukan secara langsung pada unit, sehingga proses pemeriksaan dan diagnosis kerusakan membutuhkan waktu yang cukup lama. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat penguji *alternator* yang dapat digunakan sebagai media pengujian di luar unit alat berat. Metode penelitian yang digunakan meliputi tahap perancangan, perakitan, pengujian, dan analisis hasil pengujian. Alat yang digunakan terdiri dari *engine* sebagai penggerak, *alternator* 12 Volt, baterai 12 Volt, *voltmeter*, *amperemeter*, *tachometer*, panel kontrol, serta dua buah *glow plug* 12 Volt sebagai beban. Pengujian dilakukan pada putaran *engine* 1500 RPM, 2000 RPM, dan 3000 RPM dengan kondisi tanpa beban dan menggunakan beban. Hasil pengujian terhadap tiga unit *alternator* menunjukkan bahwa pada putaran *idle* 1500 RPM, tegangan pengisian yang dihasilkan mencapai $\geq 13,5$ Volt, sedangkan pada putaran *high* 3000 RPM tegangan pengisian berada pada $\leq 14,5$ Volt. Berdasarkan hasil pengujian, alat yang dirancang mampu melakukan pengujian performa *alternator* secara aman, mudah, dan terukur. Alat ini juga dapat digunakan sebagai media untuk membantu proses diagnosis dan *troubleshooting* sistem pengisian di luar unit alat berat, sehingga dapat mendukung kegiatan pemeliharaan dan perawatan unit alat berat.

Kata kunci: *Alternator, sistem pengisian, alat berat, pengujian, troubleshooting.*

**DESIGN AND CONSTRUCTION OF AN ALTERNATOR
TESTING DEVICE FOR HEAVY EQUIPMENT UNITS**

Nama : Sandy Dwi Wahyudi
NRP : 33212301017
Pembimbing I : Misbakhul Fatah, S.T., M.T.
Pembimbing II : Abdul Hamid, S.Si., M.Si.

ABSTRACT

The charging system in heavy equipment units plays an important role in supplying electrical energy to charge the battery and meet the electrical requirements of various components. Inspection of the alternator is generally still carried out directly on the unit, making the inspection and fault diagnosis process relatively time-consuming. This study aims to design and develop an alternator testing device that can be used as an external testing medium outside the heavy equipment unit. The research methods consisted of the design, assembly, testing, and analysis stages. The equipment used included an engine as the driving source, a 12-Volt alternator, a 12-Volt battery, a voltmeter, an ammeter, a tachometer, a control panel, and two 12-Volt glow plugs as electrical loads. Testing was conducted at engine speeds of 1500 RPM, 2000 RPM, and 3000 RPM under no-load and loaded conditions. The test results of three alternator units showed that at an idle speed of 1500 RPM, the charging voltage reached ≥ 13.5 Volts, while at a high speed of 3000 RPM, the charging voltage remained at ≤ 14.5 Volts. Based on the test results, the developed device was capable of testing alternator performance safely, easily, and measurably. The device can also be used as a supporting medium for the diagnosis and troubleshooting of the charging system outside the heavy equipment unit, thereby supporting maintenance and servicing activities of heavy equipment units.

Keywords: Alternator, charging system, heavy equipment, testing, troubleshooting.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kekuatan, kemampuan, dan kesabaran kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul *“Rancang Bangun Alat Penguji Alternator Pada Unit Alat Berat”*

Terwujudnya proposal tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan pihak yang telah mendorong dan membimbing penulis, baik tenaga, ide-ide, maupun pemikiran. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Yth. Ibu Laily Ulfiyah, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Madura.
2. M. Musta'in, M.T., Wakil Direktur Bidang Akademik.
3. Yth. Bapak Mohammad Anas Fikri, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Rekayasa Mesin dan Industri.
4. Yth. Bapak Amin Jakfar, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan.
5. Yth. Ibu Faizatur Rohmah, S.Si., M.Si. selaku koordinator Tugas Akhir Politeknik Negeri Madura.
6. Yth. Bapak Misbakhul Fatah, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 1 dan wali dosen yang senantiasa memberikan kritik, saran dan masukan dalam proses pengerjaan tugas akhir ini.
7. Yth. Bapak Abdul Hamid, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing 2 yang senantiasa memberikan kritik, saran dan masukan dalam pengerjaan tugas akhir ini.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam tugas akhir ini. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk tugas akhir ini.

Sampang, 28 Juli 2026

Sandy Dwi Wahyudi
NRP. 33212301017

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
RANCANG BANGUN ALAT PENGUJI <i>ALTERNATOR</i> PADA UNIT ALAT BERAT	v
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Sebelumnya	5
2.2 <i>Alternator</i>	Error! Bookmark not defined.
2.2.1 Komponen-Komponen <i>Alternator</i>	12
2.2.2 Cara Kerja <i>Alternator</i>	17
2.2.3 Penyebab Kerusakan <i>Alternator</i>	17
2.3 Cara Memeriksa <i>Alternator</i>	19
2.4 Macam-Macam Koneksi <i>Regulator Alternator</i>	20
2.5 <i>Amperemeter</i>	22
2.6 <i>Voltmeter</i>	23
2.7 Beban <i>Alternator</i>	24

2.8 Troubleshooting.....	25
2.9 Pemeliharaan.....	25
BAB III METODOLOGI	27
3.1 Diagram Alir.....	27
3.2 Alat dan Bahan	29
3.2.1 Alat.....	29
3.2.2 Bahan	30
3.3 Cara Kerja Alat	30
3.4 Prosedur Pengujian.....	31
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Analisis Daya Pengisian <i>Alternator</i> pada Variasi Putaran 1500 RPM, 2000 RPM, dan 3000 RPM.....	33
4.1.1 Analisis Grafik pada Putaran 1500 RPM.....	34
4.1.2 Analisis Grafik pada Putaran 2000 RPM.....	36
4.1.3 Analisis Grafik pada Putaran 3000 RPM.....	37
4.1.4 Perbandingan Kinerja <i>Alternator</i> Berdasarkan Putaran	38
4.2 Analisa perbandingan Daya Pengisian Tanpa Beban Dan Dengan Beban	39
4.2.1 Analisa Grafik Tanpa Beban.....	41
4.2.2 Analisa Grafik Dengan Beban	44
4.2.3 Perbandingan Kondisi Tanpa Beban Dan Dengan Beban ..	47
4.2.4 Analisa Pengaruh Putaran Variasi RPM.....	48
4.3 Analisa Grafik Antara Daya Dengan Waktu Untuk Masing-Masing <i>Alternator</i>	49
BAB V PENUTUP.....	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN.....	58
BIODATA PENULIS	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Alternator</i>	12
Gambar 2. 2 <i>Regulator</i>	13
Gambar 2. 3 <i>Bearing</i>	14
Gambar 2. 5 <i>Slip Ring</i>	14
Gambar 2. 6 <i>Brush</i>	15
Gambar 2. 7 <i>Brucket</i>	15
Gambar 2. 8 <i>Seal</i>	16
Gambar 2. 9 <i>Rotor/Coil</i>	16
Gambar 2. 10 <i>Stator Coil</i>	17
Gambar 2. 11 Diagram Pengetesan <i>Alternator</i>	20
Gambar 2. 12 Macam-Macam Koneksi Regulator <i>Alternator</i>	22
Gambar 2. 14 <i>Ampermeter</i>	23
Gambar 2. 15 <i>Voltmeter</i>	24
Gambar 3. 1 Diagram Alir	27
Gambar 3. 2 Rangkaian Kelistrikan	28
Gambar 4.1 Grafik hubungan antara daya pengisian terhadap waktu Rpm 1500	35
Gambar 4.2 Grafik hubungan antara daya pengisian terhadap waktu Rpm 2000	36
Gambar 4.3 Grafik hubungan antara daya pengisian terhadap waktu Rpm 3000	37
Gambar 4. 4 Pengambilan data tanpa beban	41
Gambar 4. 5 Grafik variasi hubungan daya pengisian tanpa beban pada masing-masing Rpm	43
Gambar 4. 6 Pengambilan data dengan beban	44
Gambar 4. 7 Grafik variasi hubungan daya pengisian dengan beban pada masing-masing Rpm	46
Gambar 4. 8 Grafik hubungan antara daya dengan waktu untuk masing-masing <i>alternator</i>	49

Gambar 4. 9 Grafik hubungan antara waktu pengujian dengan tegangan masing-masing <i>alternator</i>	50
---	----

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>Ampermeter</i>	22
Tabel 2. 2 Tegangan kerja <i>alternator</i>	23
Tabel 4. 1 Perhitungan daya pengisian pada putaran 1500 Rpm.	33
Tabel 4. 2 Perbandingan kinerja <i>alternator</i> berdasarkan putaran	38
Tabel 4. 3 Perhitungan persamaan tanpa beban	40
Tabel 4. 4 Perhitungan persamaan dengan beban	40
Tabel 4. 5 Perbandingan kondisi tanpa beban dan dengan beban	47
Tabel 4. 6 Analisis pengaruh putaran variasi Rpm.....	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Desain Diagram Rangkaian.....	59
Lampiran 2 Desain Gambar Rangka	60
Lampiran 3 Alat Uji <i>Alternator</i>	60

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri pertambangan di Indonesia mengalami pertumbuhan yang signifikan seiring meningkatnya kebutuhan akan sumber daya alam untuk mendukung pembangunan nasional. Kondisi ini memberikan dampak positif terhadap bisnis alat berat yang digunakan sebagai sarana utama dalam menunjang kegiatan produksi pertambangan. Agar proses produksi dapat berjalan secara optimal, unit alat berat dituntut untuk selalu berada dalam kondisi siap operasi dan dapat digunakan secara terus menerus di lapangan.

PT Rayyan Multi Karya merupakan perusahaan yang bergerak di bidang jasa layanan, perdagangan, dan penyewaan alat berat. Adapun layanan yang disediakan meliputi kegiatan perdagangan (trading), pemeliharaan dan perawatan alat berat, serta penyewaan forklift, excavator, lighting tower, dan berbagai jenis alat berat lainnya. Kami menyadari bahwa kelancaran operasional pekerjaan merupakan faktor yang sangat penting dalam menunjang keberhasilan kegiatan usaha [1]. Oleh karena itu, PT Rayyan Multi Karya berkomitmen untuk senantiasa memberikan layanan dan produk dengan standar kualitas yang tinggi, profesional, serta dapat diandalkan.

Keandalan operasional alat berat sangat bergantung pada kinerja sistem-sistem pendukung yang terdapat di dalamnya, salah satunya adalah sistem pengisian.

Sistem pengisian merupakan bagian dari sistem kelistrikan yang berfungsi menghasilkan energi listrik untuk mengisi baterai sekaligus menyuplai kebutuhan listrik selama mesin beroperasi. Kinerja sistem pengisian yang baik sangat menentukan keandalan

operasi alat berat karena seluruh komponen kelistrikan bergantung pada pasokan energi listrik yang stabil [2].

Apabila sistem kelistrikan tidak berfungsi dengan baik, maka alat berat tidak dapat beroperasi sebagaimana mestinya. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sistem yang mampu menyediakan sekaligus menyimpan energi listrik, yaitu baterai atau aki. Dalam sistem kelistrikan alat berat, baterai berfungsi sebagai media penyimpanan energi listrik yang akan digunakan sesuai dengan kebutuhan operasional unit [3]. Ketidak normalan pada sistem pengisian dapat menyebabkan baterai tidak terisi dengan baik, sehingga menyulitkan operator dalam menghidupkan mesin dan berpotensi mengganggu produktivitas kerja.

Salah satu komponen utama dalam sistem pengisian adalah *alternator*. *Alternator* merupakan komponen utama pada sistem pengisian yang berfungsi mengubah energi mekanik dari putaran mesin menjadi energi listrik melalui prinsip induksi elektromagnetik. Energi listrik yang dihasilkan digunakan untuk mengisi baterai serta menyuplai kebutuhan listrik pada seluruh sistem kelistrikan ketika mesin beroperasi.

Apabila *alternator* tidak bekerja secara optimal, berbagai permasalahan kelistrikan dapat terjadi, seperti baterai yang tidak terisi penuh, pencahayaan yang redup, melemahnya sistem starter, hingga terjadinya kegagalan operasi unit secara keseluruhan.

Berdasarkan uraian tersebut, diperlukan suatu alat penguji (*test bench*) *alternator* yang mampu melakukan pengujian terhadap kinerja *alternator* secara mandiri di luar unit alat berat. Alat ini diharapkan dapat mengukur parameter tegangan, arus, putaran (RPM), serta kemampuan *alternator* dalam menerima beban sehingga proses diagnosis kerusakan dapat dilakukan secara lebih cepat, akurat, dan efisien. Oleh karena itu penelitian ini mengambil

judul "*Rancang Bangun Alat Penguji Alternator pada Unit Alat Berat*".

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan yang ada pada latar belakang, maka rumusan masalah yang diberlakukan penulis pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

Bagaimana merancang dan membangun alat penguji *alternator* pada unit alat berat?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah merupakan ruang lingkup masalah yang ingin dibatasi oleh penulis, oleh karena itu batasan masalah diperlukan supaya penulis bisa memberikan hasil yang maksimal adalah sebagai berikut:

1. Alat hanya digunakan untuk *alternator* DC 12 V dan 24 V.
2. Pengujian *alternator* dilakukan dengan beban listrik resistif sederhana.
3. Pengujian performa tidak termasuk simulasi gaya mekanik kompleks seperti torsi dinamis.
4. Pengujian ini tidak membahas tentang rangka dan kekuatan rangka.
5. Pengujian ini hanya digunakan pada *alternator* soket kaki 2 dan kaki 3.

1.4 Tujuan

Dengan demikian tujuan penelitian tugas akhir yang ingin dicapai adalah sebagai berikut:

Merancang dan membangun alat penguji *alternator* pada unit alat berat yang mampu menguji performa sistem pengisian berdasarkan parameter tegangan, arus, putaran (RPM), dan pembebanan.

1.5 Manfaat

Tugas akhir ini diharapkan dapat bermanfaat

Manfaat Teoritis

1. Menambah referensi mengenai rancang bangun alat penguji *alternator* pada unit alat berat.
2. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

Manfaat Praktis

1. Membantu mekanik melakukan diagnosis kerusakan *alternator*.
2. Mempercepat proses pengujian *alternator*.
3. Mengurangi waktu pembongkaran pada unit alat berat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Tabel 2.1 Penelitian Sebelumnya

Zhuhudy, A. R., Rizza, M. A. (2025) Judul: <i>“Rancang Bangun Trainer Sistem Pengisian dan Starter Serta Analisis Pengaruh Variasi Putaran Mesin terhadap Output Alternator dalam Efisiensi Pengisian Baterai”</i>.	Dalam Penelitian ini, mengembangkan tentang trainer atau alat uji sistem pengisian dan starter kendaraan dengan fokus pada pengaruh variasi rasio pulley terhadap output tegangan dan arus <i>alternator</i>, serta mengukur hubungan antara RPM mesin dan karakteristik output <i>alternator</i>. Studi menunjukkan bagaimana perubahan rasio pulley memengaruhi kinerja sistem pengisian. Keberhasilan pengembangan trainer ini juga dapat menjadi referensi berharga bagi pendidik dan industri otomotif dalam merancang strategi pembelajaran yang aplikatif dan kontekstual [4]. Berdasarkan penelitian Zhuhudy dkk. (2025), penelitian hanya berfokus pada trainer sistem pengisian kendaraan ringan. Penelitian
---	--

	tersebut belum membahas perancangan alat penguji <i>alternator</i> yang diaplikasikan pada unit alat berat. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan alat uji yang lebih sesuai untuk kebutuhan pemeliharaan <i>alternator</i> alat berat.
Mazlan, Rozdman K., Dkk. (2016) Judul: “<i>Studi Eksperimental tentang Pengaruh Kecepatan Alternator terhadap Sistem Pengisian Kendaraan.</i>”	Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh kecepatan <i>alternator</i> terhadap sistem pengisian. Kendaraan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Proton Preve 1.6 Manual. Berdasarkan standar pengujian dan pelabelan <i>alternator</i> ISO 8854 dan SAE J56, keluaran nominal <i>alternator</i> didefinisikan sebagai besarnya arus yang mampu dihasilkan pada kecepatan 6.000 RPM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan putaran <i>alternator</i>, semakin besar daya yang dapat dihasilkan. Dengan meningkatnya daya yang dihasilkan, laju pengisian baterai juga menjadi semakin

	cepat [5]. Penelitian ini menjelaskan hubungan antara kecepatan putaran <i>alternator</i> dengan kemampuan pengisian baterai. Namun, penelitian tersebut lebih menitikberatkan pada analisis karakteristik sistem pengisian dan belum mengembangkan alat pengujian <i>alternator</i> secara mandiri (<i>test bench</i>). Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan alat penguji <i>alternator</i> yang mampu mengukur kinerja <i>alternator</i> pada berbagai variasi putaran dan kondisi pembebanan.
Sihombing Ruspita., Dkk. (2024) Judul: “<i>Pengaruh Putaran Mesin terhadap Sistem Pengisian Alternator Mobil Toyota Innova Tipe G 2.4 A/T Tahun 2017.</i>”	Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode <i>eksperimental</i> dengan melakukan pengujian pada variasi putaran mesin untuk mengetahui seberapa besar pengaruhnya terhadap sistem pengisian <i>alternator</i>. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi putaran mesin, arus yang dihasilkan oleh <i>alternator</i> untuk mengisi baterai akan semakin meningkat. Sementara itu,

	tegangan keluaran <i>alternator</i> yang dilengkapi dengan regulator tegangan mampu menyesuaikan dengan kondisi tegangan baterai sehingga tetap stabil dan konstan [6]. Penelitian tersebut membahas pengaruh variasi putaran mesin terhadap sistem pengisian pada kendaraan. Akan tetapi, pengujian masih dilakukan secara langsung pada kendaraan sehingga belum tersedia alat uji yang dapat digunakan secara terpisah dari unit. Penelitian ini bertujuan merancang alat penguji <i>alternator</i> yang dapat digunakan secara mandiri sehingga proses pengujian menjadi lebih mudah, cepat, dan <i>efisien</i>.
Harahap Partaonan, Dkk. (2025) Judul: “Pengaruh Torsi Alternator Mobil Terhadap Inverter”	Studi ini menyelidiki bagaimana variasi torsi memengaruhi kinerja <i>inverter</i> yang menerima suplai daya dari <i>alternator</i>. Kesimpulan utama penelitian ini adalah bahwa kualitas daya yang dihasilkan oleh inverter sangat dipengaruhi oleh kestabilan

	torsi <i>alternator</i> dengan Daya keluaran <i>alternator</i> = 1000 Watt dan Efisiensi <i>alternator</i> = 90% atau 0.9. Oleh karena itu, kontrol torsi adalah komponen penting dalam desain sistem suplai daya yang bergantung pada <i>alternator</i> [7]. Penelitian ini berfokus pada pengaruh torsi <i>alternator</i> terhadap kinerja inverter, sehingga memiliki ruang lingkup yang berbeda dengan penelitian yang dilakukan. Penelitian tugas akhir ini lebih menitikberatkan pada rancang bangun alat penguji <i>alternator</i> untuk mengevaluasi performa sistem pengisian berdasarkan parameter tegangan, arus, putaran (RPM), dan pembebanan pada unit alat berat.
Tutunea Dragos, Dkk. (2022) Judul: “<i>Investigasi Eksperimental terhadap Kapasitas Pengisian Alternator untuk Aplikasi Otomotif</i>”	Penelitian ini mengkaji penggunaan <i>alternator</i> otomotif pada suatu <i>stand eksperimental</i> untuk mengevaluasi kemampuan dalam mengisi baterai dan menghasilkan energi listrik bagi sistem kendaraan.

	<i>Efisiensi</i> dihitung dengan mengukur daya listrik yang disuplai ke baterai pada berbagai kondisi putaran. Berbagai aspek yang berkaitan dengan <i>efisiensi</i> konversi energi menggunakan <i>alternator</i> juga dibahas dalam penelitian ini. <i>Stand</i> pengujian menggunakan motor listrik dengan variasi rasio transmisi untuk memutar <i>alternator</i>. Kecepatan putaran diukur menggunakan <i>tachometer digital</i>, sedangkan konsumsi energi motor listrik diukur menggunakan wattmeter digital. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan putaran <i>alternator</i> menghasilkan produksi energi listrik yang lebih besar serta meningkatkan proses pengisian baterai [8]. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa peningkatan putaran <i>alternator</i> berpengaruh terhadap kemampuan pengisian baterai menggunakan <i>stand</i> pengujian <i>eksperimental</i>. Namun,
--	--

	penelitian tersebut belum secara khusus membahas perancangan alat penguji <i>alternator</i> yang disesuaikan dengan kebutuhan perawatan dan diagnosis pada unit alat berat. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan alat penguji <i>alternator</i> yang lebih <i>aplikatif</i> untuk mendukung proses pemeliharaan dan <i>troubleshooting</i> di bidang alat berat.
--	--

Berdasarkan hasil telaah penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar penelitian membahas karakteristik sistem pengisian, pengaruh putaran terhadap keluaran *alternator*, serta pengembangan trainer sebagai media pembelajaran. Namun, masih terbatas penelitian yang secara khusus membahas rancang bangun alat penguji *alternator* (*test bench*) yang dapat digunakan untuk proses diagnosis dan pemeliharaan *alternator* pada unit alat berat. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan alat penguji *alternator* yang mampu mengukur tegangan, arus, putaran (RPM), dan kinerja *alternator* terhadap pembebanan sehingga dapat mendukung kegiatan *troubleshooting* dan *maintenance* pada unit alat berat.

2.2 Alternator

Pada sistem pengisian, salah satu komponen yang memiliki peranan sangat penting adalah *alternator*. *Alternator* merupakan

generator arus bolak-balik (*AC generator*) yang berfungsi mengubah energi mekanik menjadi energi listrik melalui prinsip induksi elektromagnetik. Energi listrik yang dihasilkan kemudian disearahkan oleh *rectifier* menjadi arus searah (DC) untuk mengisi baterai dan menyuplai kebutuhan sistem kelistrikan kendaraan. Ketika *alternator* digerakkan oleh mesin, medan magnet yang terbentuk pada kumparan rotor akan berinteraksi dengan konduktor pada kumparan stator sehingga menghasilkan tegangan listrik. Besarnya tegangan yang dihasilkan berbanding lurus dengan kecepatan putaran dan kekuatan medan magnet. Berdasarkan fungsi tersebut, apabila *alternator* pada sistem pengisian mengalami gangguan atau kerusakan, maka sistem kelistrikan akan terganggu, yang secara tidak langsung dapat menghambat kinerja dan hasil produksi [9].



Gambar 2. 1 Alternator
Sumber [10]

2.2.1 Komponen-Komponen Alternator

Alternator merupakan salah satu komponen utama dalam sistem pengisian yang berfungsi sebagai sumber pembangkit arus listrik. Agar arus yang dihasilkan dapat disalurkan sesuai dengan kebutuhan baterai, *alternator* dilengkapi dengan beberapa komponen pendukung, antara lain *regulator*, *bearing*, *rectifier*, *diode trio*, *slip ring*, *bracket*, *seal*, dan rotor yaitu [11]:

1. Regulator

Regulator merupakan elemen kunci pada *alternator* yang bertugas untuk menjaga agar tegangan yang diberikan ke baterai tetap stabil. Terdapat dua jenis *regulator*, yaitu yang memanfaatkan transistor dan yang menggunakan IC. Kedua tipe ini memiliki fungsi yang serupa, yakni untuk memastikan tegangan tetap stabil saat proses pengisian baterai.



Gambar 2. 2 Regulator

Sumber [12]

2. Bearing

Bearrin Drine end (D/E) merupakan bantalan yang terletak pada sisi penggerak alternator dan berfungsi menopang poros rotor agar dapat berputar dengan stabil serta mengurangi gesekan selama alternator beroperasi. Merupakan elemen yang bertugas untuk menjaga agar poros *alternator* tetap berputar pada sumbu yang benar.



Gambar 2. 3 Bearing
Sumber [13]

3. Slip Ring

Slip ring (S/R) merupakan elemen yang mengaitkan antara sikat dengan kumparan medan pada *alternator*. Ketika arus dialirkan, kumparan medan tersebut mampu berfungsi sebagai magnet. Untuk ukuran diameter standart slip ring 24,8mm dan ukuran minimumnya 33,8mm. Apabila diameter slip ring lebih kecil dari ukuran spesifikasinya maka harus melakukan penggantian.



Gambar 2. 4 Slip Ring
Sumber [14]

4. Brush

Brush (sikat) merupakan komponen yang berfungsi menyalurkan arus eksitasi dari *regulator* menuju kumparan rotor melalui slip ring. *Brush* pada *alternator* alat berat memiliki nilai

resistansi yang sangat rendah, yaitu sekitar $0-0,05\ \Omega$, karena berfungsi sebagai media penghantar arus menuju kumparan rotor.



Gambar 2. 5 Brush

Sumber [15]

5. Bracket

Bracket berfungsi sebagai lokasi yang menjadi wadah untuk *alternator*. Terdapat dua jenis *bracket*, yaitu front bracket dan rear bracket.



Gambar 2. 6 Brucket

Sumber [16]

6. Seal

Seal adalah komponen yang mencegah masuknya kotoran debu maupun air yang akan masuk ke dalam *alternator*.



Sumber [17]
Gambar 2. 7 Seal

7. Rotor/Coil

Rotor coil merupakan bagian yang berfungsi sebagai magnet saat arus searah mengalir melaluinya. Kemagnetan *rotor coil* ini dikendalikan oleh regulator. *Field coil* menciptakan medan magnet yang menginduksi listrik di stator coil. Medan magnet tersebut mengelilingi *finger pole*. Satu *finger pole* berfungsi sebagai kutub utara, sementara yang lainnya sebagai kutub selatan. *Finger pole* sesungguhnya adalah inti besi yang berfungsi sebagai kutub-kutub magnet. Saat rotor berputar, medan magnet memotong kumparan stator sehingga terjadi induksi elektromagnetik yang menghasilkan tegangan AC.

Resistansi kumparan rotor *alternator* alat berat berkisar antara 2–6 *Ohm* saat diukur pada slip ring. Nilai tersebut menunjukkan kondisi kumparan normal. Nilai di bawah 1 *Ohm* mengindikasikan terjadinya korsleting antar lilitan, sedangkan nilai tak terhingga menandakan kumparan putus.



Gambar 2. 8 Rotor/Coil

Sumber [18]

8. Stator Coil

Kumparan stator merupakan elemen yang akan dipengaruhi oleh perubahan medan magnet dari rotor, sehingga dapat menciptakan arus listrik.

Resistansi kumparan stator *alternator* alat berat berkisar $0,1-0,5\ \Omega$ saat diukur antar fasa. Nilai yang seimbang menunjukkan kondisi normal, sedangkan resistansi tinggi atau tidak seimbang menandakan kerusakan kumparan.



Gambar 2. 9 Stator Coil

Sumber [19]

2.2.2 Cara Kerja Alternator

Alternator bekerja dengan menghasilkan energi listrik pada kumparan stator akibat induksi elektromagnetik yang ditimbulkan oleh medan magnet rotor. Arus listrik yang dihasilkan kemudian dikendalikan oleh *IC regulator* untuk menjaga kestabilan tegangan agar tetap berada dalam batas kerja yang aman. Tegangan keluaran tersebut digunakan untuk melakukan pengisian aki serta menyuplai kebutuhan daya listrik pada seluruh sistem dan komponen kelistrikan kendaraan. Dengan fungsi tersebut, *alternator* berperan sebagai komponen utama dalam sistem pengisian kendaraan.

2.2.3 Penyebab Kerusakan Alternator

Sebagai komponen yang memiliki peran sangat penting, *alternator* pada alat berat termasuk dalam bagian yang relatif jarang mengalami kerusakan. Kerusakan *alternator* dapat disebabkan oleh berbagai faktor yang secara umum dapat

dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu kerusakan mekanis, kerusakan kelistrikan, dan faktor lingkungan maupun operasional.

A. Kerusakan Mekanis

Kerusakan mekanis merupakan kerusakan yang terjadi akibat keausan atau kerusakan pada komponen mekanik *alternator* sehingga mengganggu proses kerja sistem pengisian. Jenis kerusakan mekanis meliputi:

1. Keausan *Bearing*

Bearing yang aus atau rusak menyebabkan putaran poros *alternator* tidak stabil, menimbulkan suara bising, serta meningkatkan gesekan yang dapat mengganggu kinerja *alternator*.

2. Keausan *Brush* (Sikat) dan *Slip Ring*

Brush dan *slip ring* yang aus akan menghambat aliran arus eksitasi menuju rotor sehingga medan magnet tidak terbentuk secara optimal. Akibatnya, tegangan dan arus keluaran *alternator* menjadi menurun.

3. Sabuk Penggerak (Drive Belt) Kendor atau Putus

Sabuk penggerak yang kendor atau putus menyebabkan putaran *alternator* tidak mencapai kecepatan yang dibutuhkan sehingga kapasitas pengisian baterai menjadi berkurang.

B. Kerusakan Kelistrikan

Kerusakan kelistrikan merupakan gangguan yang terjadi pada komponen listrik di dalam *alternator* sehingga memengaruhi proses pembangkitan dan penyearahan arus listrik. Kerusakan tersebut meliputi:

1. Kerusakan *Regulator* Tegangan (*IC Regulator*)

Regulator yang tidak berfungsi dengan baik dapat menyebabkan tegangan pengisian terlalu tinggi ataupun

terlalu rendah sehingga berpotensi merusak baterai dan komponen kelistrikan lainnya.

2. Kerusakan Dioda Penyearah (*Rectifier*)

Kerusakan pada dioda menyebabkan arus bolak-balik (AC) tidak dapat diubah menjadi arus searah (DC) secara sempurna sehingga proses pengisian baterai menjadi tidak optimal.

3. Korsleting atau Putusnya Kumputan Rotor dan Stator

Kerusakan pada kumputan rotor maupun stator dapat menyebabkan *alternator* tidak menghasilkan arus listrik atau menghasilkan tegangan yang tidak stabil.

C. Faktor Lingkungan dan Operasional

Selain kerusakan mekanis dan kelistrikan, kondisi lingkungan kerja serta pola pengoperasian juga dapat mempercepat kerusakan *alternator*, di antaranya:

1. Paparan Panas dan Getaran Berlebihan

Temperatur kerja yang tinggi dan getaran yang terus-menerus dapat mempercepat kerusakan komponen internal *alternator*, terutama regulator dan dioda.

2. Kontaminasi Debu, Air, atau Oli

Masuknya debu, air, maupun oli ke dalam *alternator* dapat menyebabkan korosi, hubung singkat, serta menurunkan kemampuan isolasi listrik.

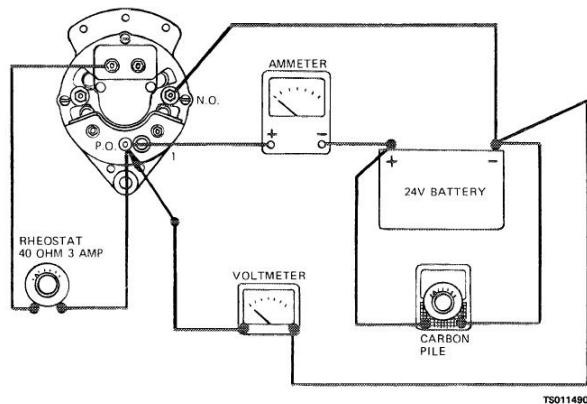
3. Beban Listrik Berlebih

Penggunaan beban listrik yang melebihi kapasitas *alternator* menyebabkan *alternator* bekerja lebih berat sehingga mempercepat keausan dan menurunkan umur pakainya.

2.3 Cara Memeriksa *Alternator*

Sebelum melakukan pemeriksaan *alternator*, kondisi aki harus diperiksa terlebih dahulu karena aki berperan penting dalam

memutar *alternator* saat mesin dihidupkan. *Alternator* kemudian berfungsi untuk mengisi kembali daya aki tersebut. Oleh karena itu, jika aki dalam kondisi lemah, mesin tidak dapat distarter dengan baik sehingga *alternator* tidak dapat bekerja secara optimal. Dalam kondisi ini, pengukuran tegangan belum memberikan hasil yang akurat. Setelah mesin berhasil dinyalakan, putaran mesin dinaikkan hingga sekitar 2000 RPM agar arus listrik mengalir ke aki dan regulator dapat mengaktifkan kerja *alternator*. Selanjutnya, mesin dibiarkan tetap menyala dan tegangan aki diukur kembali menggunakan *voltmeter*. Apabila hasil pengukuran menunjukkan nilai antara 13 hingga 14,5 volt, maka *alternator* dapat dinyatakan dalam kondisi baik. Namun, jika tegangan berada di luar rentang tersebut, hal ini menunjukkan bahwa kinerja *alternator* kurang optimal atau mengalami gangguan [20].



Gambar 2. 10 Diagram Pengetesan Alternator
Sumber [21]

2.4 Macam-Macam Koneksi *Regulator Alternator*

Susunan terminal pada regulator *alternator* berbeda-beda, bergantung pada rancangan sistem pengisian yang diterapkan pada kendaraan, antara lain yaitu:

1. Terminal IG

Terminal IG berfungsi sebagai sumber arus dari kunci kontak untuk mengaktifkan regulator dan memungkinkan *alternator* mulai mengisi baterai.

2. Terminal L

Terminal L berfungsi sebagai pengontrol lampu indikator pengisian untuk memberi informasi kondisi kerja *alternator* kepada pengemudi.

3. Terminal D

Terminal D berfungsi sebagai jalur indikator pengisian sekaligus pemberi arus awal untuk membangkitkan medan magnet rotor.

4. Terminal S

Terminal S berfungsi sebagai sensor tegangan baterai agar regulator dapat mengontrol pengisian secara tepat dan stabil.

5. Terminal B+

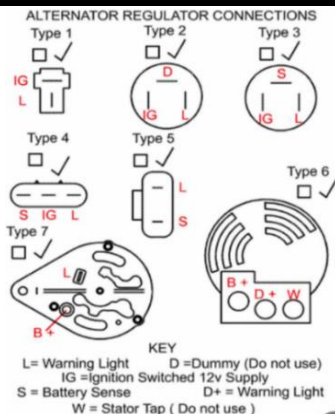
Terminal B+ berfungsi sebagai terminal keluaran utama *alternator* untuk mengisi baterai dan menyuplai seluruh sistem kelistrikan kendaraan.

6. Terminal D+

Terminal D+ berfungsi sebagai pengontrol lampu indikator pengisian dan pemberi arus awal untuk mengaktifkan *alternator*.

7. Terminal W

Terminal W berfungsi sebagai keluaran sinyal putaran mesin (RPM) untuk tachometer atau sistem kontrol.



Gambar 2. 11 Macam-Macam Koneksi Regulator Alternator

Sumber [22]

2.5 Amperemeter

Amperemeter merupakan alat yang digunakan untuk mengukur besar arus listrik pada suatu titik dalam rangkaian. Oleh karena itu, pemasangan *amperemeter* harus dilakukan secara seri dengan rangkaian yang akan diukur. Hal ini disebabkan karena pada rangkaian seri, besar arus yang mengalir sama di setiap titik. Sebaliknya, jika *amperemeter* dipasang secara paralel, arus listrik akan terbagi ke setiap cabang sehingga nilai arus yang terukur tidak sesuai dengan arus sebenarnya [23]. Pada penelitian ini *amperemeter* digunakan untuk mengetahui besarnya arus pengisian *alternator* pada setiap variasi RPM dan pembebanan. Adapun tabel amperemeter pada alat berat sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Amperemeter

Kategori	Arus Alternator
Kecil	35-60 A
Menengah	80-120 A
Besar	120-200 A



Gambar 2. 12 Ampermeter

Sumber [24]

2.6 Voltmeter

Voltmeter merupakan alat yang digunakan untuk mengukur besar tegangan listrik antara dua titik dalam suatu rangkaian. Oleh karena itu, *voltmeter* harus dipasang secara paralel terhadap komponen atau sumber tegangan yang akan diukur. Jika *voltmeter* dipasang secara seri, maka pengukuran tidak akan memberikan hasil yang benar karena tidak terjadi perbedaan tegangan yang dapat terdeteksi oleh alat ukur [23]. *Voltmeter* digunakan untuk mengetahui kestabilan tegangan keluaran *alternator* selama pengujian. Adapun tegangan kerja pada *alternator* alat berat sebagai berikut:

Tabel 2. 2 Tegangan kerja alternator

Kategori	Tegangan <i>Alternator</i>
Kecil	12 V
Menengah - Besar	24 V



Gambar 2. 13 Voltmeter

Sumber [25]

2.7 Beban Alternator

Beban *alternator* adalah seluruh peralatan listrik yang terhubung pada keluaran *alternator* dan menggunakan energi listrik yang dihasilkan, seperti baterai, lampu, sistem kontrol, serta perangkat kelistrikan lainnya. Besarnya beban yang terpasang akan memengaruhi arus keluaran, tegangan, dan kinerja *alternator* dalam menghasilkan daya listrik. Semakin besar beban yang terhubung, maka semakin besar pula arus yang harus disuplai oleh *alternator* agar kebutuhan daya sistem tetap terpenuhi. Beban pada *alternator* 24V maksimum 35A (PC 200), dan untuk beban 12V maksimum 15A (d31).

Perhitungan daya maksimum yang akan diterima menggunakan persamaan 2.1:

$$P = V \cdot I \quad (2.1)$$

Dimana: P = Daya Alternator (Watt)
V = Tegangan Alternator
I = Arus Alternator

2.8 Troubleshooting

Troubleshooting merupakan proses identifikasi dan penelusuran penyebab gangguan pada suatu sistem secara sistematis untuk menentukan tindakan perbaikan yang tepat. *Troubleshooting* suatu metode penelusuran gangguan yang dilakukan secara terstruktur, logis, dan berurutan untuk mengidentifikasi sumber kerusakan pada suatu sistem, serta menentukan langkah perbaikan yang sesuai. Pada sistem pengisian alat berat, *troubleshooting alternator* bertujuan untuk memastikan *alternator* dapat menghasilkan tegangan dan arus sesuai dengan standar operasional, serta mampu bekerja secara optimal terhadap perubahan beban listrik [26].

Alat penguji *alternator* pada tugas akhir ini digunakan pada tahap pengujian kinerja *alternator* untuk mendukung proses *troubleshooting* tanpa pemasangan langsung pada unit. Alat ini memungkinkan pengukuran tegangan dan arus secara terkontrol, pengamatan respon *alternator* terhadap perubahan beban, serta mempercepat proses diagnosis dengan meminimalkan pengaruh faktor *eksternal*, sehingga hasil pengujian bersifat *objektif* dan terukur.

2.9 Pemeliharaan

Pemeliharaan merupakan serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk menjaga kondisi peralatan agar tetap berfungsi dengan baik atau mengembalikannya ke kondisi kerja tertentu. Secara umum, pemeliharaan (*maintenance*) diartikan sebagai seluruh aktivitas yang diperlukan untuk mempertahankan kualitas dan kinerja fasilitas atau mesin agar tetap beroperasi sesuai dengan kondisi awal dan standar yang telah ditetapkan. Pada sistem pengisian alat berat, manajemen pemeliharaan *alternator* bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan mendadak (*breakdown*) serta menjaga kontinuitas operasional unit [27].

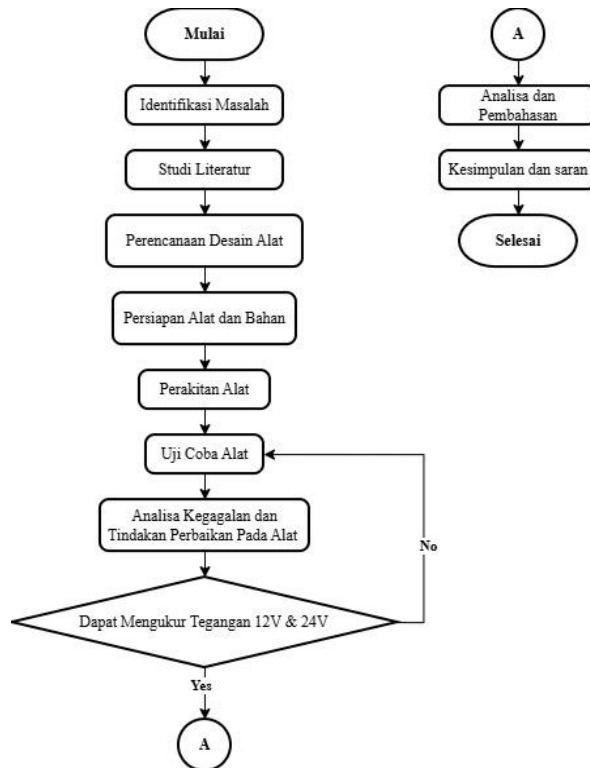
Alat penguji *alternator* berfungsi sebagai perangkat pendukung *preventive* dan *predictive maintenance* untuk memantau kondisi *alternator* sebelum dan sesudah digunakan pada unit. Melalui pengujian tegangan, arus, dan beban, alat ini digunakan untuk menilai kelayakan *alternator* serta mendukung pengambilan keputusan perawatan, baik untuk penggunaan lanjutan, perbaikan, maupun penggantian.

BAB III

METODOLOGI

3.1 Diagram Alir

Diagram alir penelitian digunakan sebagai pedoman yang sistematis dalam pelaksanaan proses rancang bangun alat penguji *alternator*.



Gambar 3. 1 Diagram Alir

Keterangan:

a. Identifikasi masalah

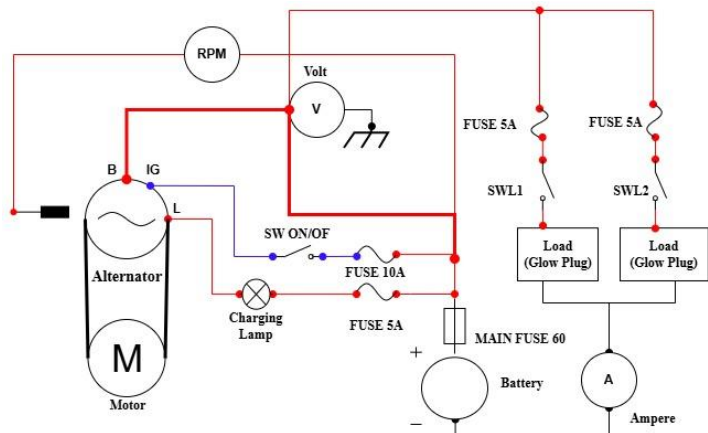
Pada tahap ini dilakukan pengamatan terhadap permasalahan yang ada pada sistem pengisian unit alat berat, khususnya terkait kebutuhan alat pengujian *alternator* untuk keperluan diagnosis dan pembelajaran.

b. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan referensi berupa jurnal, buku, dan sumber ilmiah yang membahas sistem pengisian, *alternator*, serta metode pengujian *alternator*.

c. Perencanaan desain alat

Tahap ini meliputi perancangan bentuk alat pengujian *alternator*, sistem rangkaian kelistrikan yang akan digunakan sebagai media pengujian, dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Rangkaian Kelistrikan

- d. Persiapan alat dan bahan
Seluruh alat dan bahan disiapkan sesuai dengan kebutuhan perancangan.
- e. Perakitan alat
Perakitan dilakukan sesuai desain dengan memperhatikan keselamatan kerja serta ketepatan pemasangan komponen.
- f. Uji coba alat
Pengujian dilakukan untuk memastikan alat mampu mengukur tegangan, arus, dan kinerja *alternator* dengan baik.
- g. Analisa data dan pembahasan
Data hasil pengujian dianalisis untuk mengetahui performa *alternator*.
- h. Kesimpulan dan saran
Tahap akhir berupa penarikan kesimpulan dan pemberian saran pengembangan alat.

3.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam proses pembuatan dan pengujian alat penguji *alternator* adalah sebagai berikut:

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan adalah yaitu meliputi:

1. Multimeter digital
2. Tachometer digital
3. Kunci kombinasi
4. Obeng (+) dan (-)
5. Bor Listrik
6. Tang kombinasi
7. Gerinda tangan
8. Penggaris baja

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam perakitan alat antara lain:

1. *Alternator* 12 V
2. Aki/battery 12 V
3. Regulator *alternator*
4. Beban listrik (lampu atau resistor)
5. Kabel Listrik
6. Saklar ON/OFF
7. Panel akrilik / box rangka
8. Mur dan baut
9. Dudukan *alternator*
10. Motor penggerak / engine simulator

3.3 Cara Kerja Alat

1. Motor penggerak dihubungkan ke sumber tegangan.
2. Motor memutar pulley *alternator*.
3. Rotor *alternator* berputar.
4. *Alternator* menghasilkan tegangan.
5. Tegangan disalurkan ke baterai.
6. Voltmeter mengukur tegangan.
7. Amperemeter mengukur arus.
8. Beban dihubungkan.
9. Dilakukan pencatatan data.

Cara kerja alat penguji *alternator* adalah sebagai berikut:

Prosedur pengujian *alternator* dilakukan dengan menggunakan motor DC sebagai penggerak untuk memutar *alternator*. Output *alternator* dihubungkan ke baterai dan beban listrik, sedangkan voltmeter dipasang secara paralel untuk mengukur tegangan keluaran dan amperemeter dipasang secara seri untuk mengukur arus yang mengalir. Pengujian diawali dengan pengecekan rangkaian dan kondisi alat, kemudian dilakukan pengujian tanpa beban dan dilanjutkan dengan pengujian berbeban. Pada setiap

kondisi pengujian dilakukan pencatatan nilai tegangan dan arus sebagai data untuk mengetahui kinerja *alternator*.

3.4 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian *alternator* dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

1. Pastikan seluruh rangkaian telah terpasang dengan benar.
2. Periksa kondisi baterai 12 V/ 24V.
3. Pastikan terminal *alternator* terhubung sesuai wiring diagram.
4. Nyalakan motor penggerak.
5. Atur putaran motor hingga RPM pengujian pertama.
6. Catat tegangan tanpa beban.
7. Catat arus tanpa beban.
8. Pasang beban (2 *glow plug* 12 V/ 24V).
9. Catat tegangan berbeban.
10. Catat arus berbeban.
11. Ulangi pada seluruh variasi RPM.
12. Matikan alat.
13. Analisis hasil

Parameter yang dihasilkan:

- a. Tegangan keluaran (V)
- b. Arus pengisian (A)

Variabel terikat:

- a. Putaran *alternator* (RPM)

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV**ANALISA DAN PEMBAHASAN****4.1 Analisis Daya Pengisian *Alternator* pada Variasi Putaran 1500 RPM, 2000 RPM, dan 3000 RPM**

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, hubungan antara daya pengisian terhadap waktu pada kondisi tanpa beban dan berbeban menggunakan dua buah *glow plug* 12 Volt menunjukkan bahwa variasi putaran *alternator* memengaruhi kemampuan *alternator* dalam menghasilkan daya listrik. Secara umum, peningkatan putaran dari 1500 RPM menjadi 2000 RPM menyebabkan daya pengisian meningkat cukup besar, sedangkan pada 3000 RPM peningkatan daya tidak lagi signifikan karena *alternator* telah mendekati kapasitas kerja optimalnya.

Dengan menggunakan persamaan 2.1, maka daya tanpa beban dan dengan beban dihitung sebagai berikut:

$$P = V \times I$$

1. Perhitungan tanpa beban:

$$\begin{aligned} P &= 13,7 \times 4 \\ &= 54,8 \text{ (watt)} \end{aligned}$$

2. Perhitungan dengan beban:

$$\begin{aligned} P &= 13,3 \times 8,2 \\ &= 109,1 \text{ (watt)} \end{aligned}$$

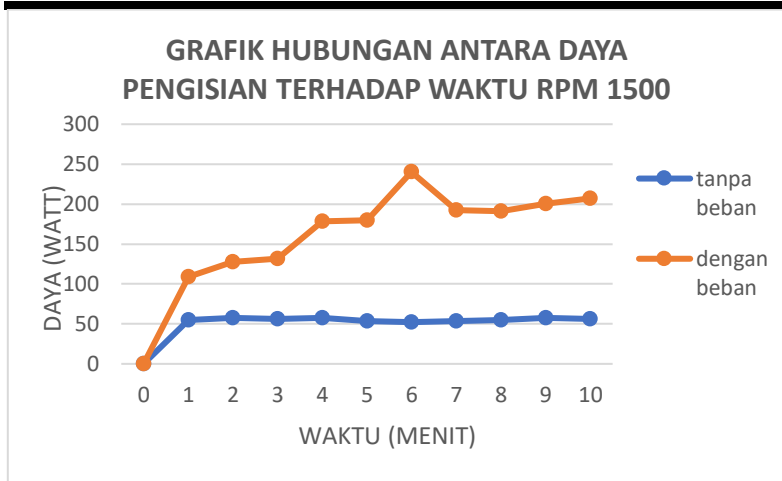
Perhitungan daya dilakukan pada setiap titik pengujian berdasarkan hasil pengukuran tegangan dan arus keluaran *alternator*.

Tabel 4. 1 Perhitungan daya pengisian pada putaran 1500 Rpm

RPM	Waktu (mnt)	Daya tanpa beban (Watt)	Daya dengan beban (Watt)
0 1500	0	0	0
	1	54,8	109,1
	2	57,5	127,7
	3	56,2	131,7
	4	57,5	178,2
	5	53,4	179,5
	6	52,1	240,2
	7	53,4	192,7
	8	54,8	191,4
	9	57,5	200,6
	10	56,2	207,2

4.1.1 Analisis Grafik pada Putaran 1500 RPM

pada gambar 4.1 terlihat Grafik hubungan antara daya pengisian terhadap waktu diputaran 1500 RPM, daya pengisian mengalami kenaikan dari sekitar 110 Watt pada menit pertama hingga mencapai nilai maksimum sekitar 240 Watt pada menit keenam. Setelah itu daya mengalami sedikit penurunan dan kemudian stabil pada kisaran 190–205 Watt hingga akhir pengujian.



Gambar 4. 1 Grafik hubungan antara daya pengisian terhadap waktu Rpm 1500

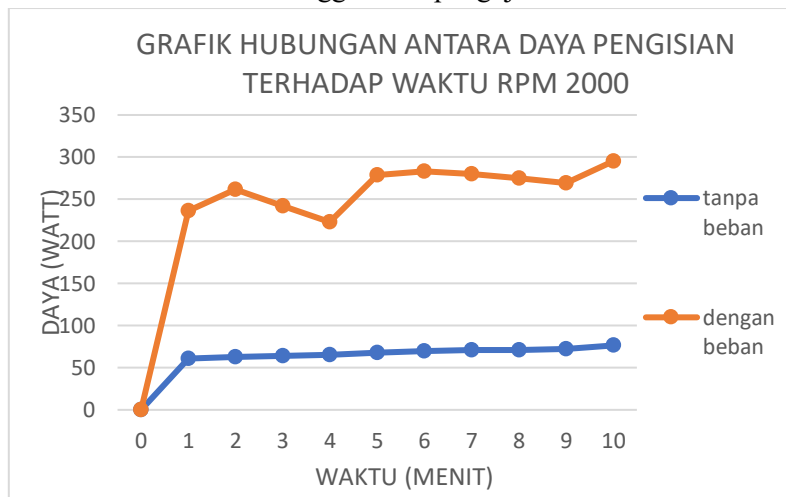
Pada Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pada putaran 1500 RPM *alternator* telah mampu menghasilkan energi listrik untuk memenuhi kebutuhan beban, namun kebutuhan pengisian belum maksimal. Putaran rotor yang relatif rendah menyebabkan kecepatan perubahan fluks magnet pada kumparan stator masih terbatas sehingga tegangan induksi dan arus keluaran belum mencapai nilai optimum.

Peningkatan daya terjadi karena bertambahnya kecepatan putar rotor sehingga frekuensi perubahan *fluks magnet* pada kumparan stator meningkat. Kondisi tersebut menyebabkan gaya gerak listrik induksi bertambah sehingga arus keluaran *alternator* meningkat. Menurut Sihombing Ruspita., Dkk. (2024) metode eksperimental dengan melakukan pengujian pada variasi putaran mesin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi putaran mesin, arus yang dihasilkan oleh *alternator* untuk mengisi baterai akan semakin meningkat. Selama kebutuhan beban masih

tinggi dan kapasitas *alternator* belum tercapai, regulator akan mempertahankan arus eksitasi agar *alternator* menghasilkan arus maksimum.

4.1.2 Analisis Grafik pada Putaran 2000 RPM

Pada putaran 2000 RPM, daya pengisian meningkat secara nyata dibandingkan pengujian sebelumnya. Daya awal mencapai sekitar 235 Watt, kemudian meningkat hingga sekitar 295 Watt pada menit ke-10. Grafik menunjukkan bahwa setelah terjadi sedikit fluktuasi pada awal pengujian, daya pengisian berada pada kisaran 270 –295 Watt hingga akhir pengujian.



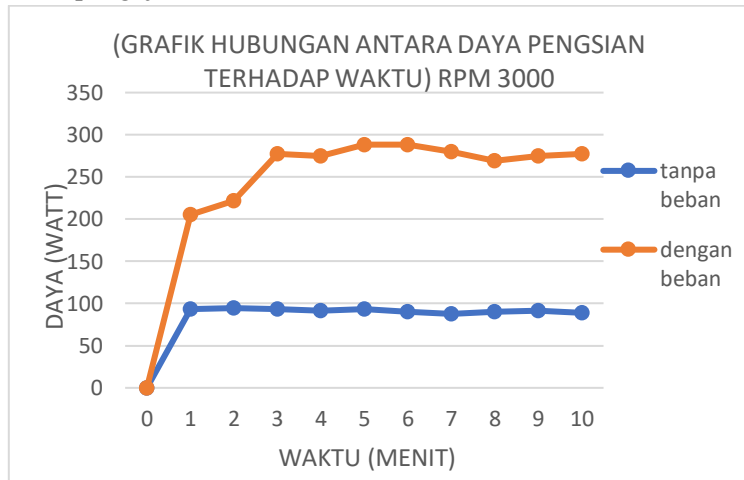
Gambar 4. 2 Grafik hubungan antara daya pengisian terhadap waktu Rpm 2000

Grafik tersebut menunjukkan bahwa setelah terjadi sedikit fluktuasi pada awal pengujian, daya pengisian berada pada kisaran 270–295 Watt hingga akhir pengujian. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa bertambahnya putaran rotor meningkatkan frekuensi pemotongan garis gaya magnet pada kumparan stator

sehingga arus induksi yang dihasilkan menjadi lebih besar. Dengan meningkatnya arus keluaran, *alternator* mampu menyuplai kebutuhan listrik glow plug secara optimal. Selain itu, regulator bekerja menjaga tegangan pengisian tetap stabil sehingga walaupun arus meningkat, tegangan tetap berada pada batas kerja normal. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Tutunea Dragos dkk. (2022) yang menyatakan bahwa peningkatan putaran *alternator* meningkatkan kemampuan pengisian baterai hingga mencapai daerah kerja optimum

4.1.3 Analisis Grafik pada Putaran 3000 RPM

Pada putaran 3000 RPM, daya pengisian meningkat dengan cepat hingga mencapai sekitar 285 Watt pada menit kelima dan keenam, kemudian stabil pada kisaran 270–280 Watt sampai akhir pengujian.



Gambar 4. 3 Grafik hubungan antara daya pengisian terhadap waktu Rpm 3000

Apabila dibandingkan dengan putaran 2000 RPM, daya maksimum yang dihasilkan pada 3000 RPM tidak mengalami

peningkatan yang berarti, bahkan sedikit lebih rendah. Kondisi ini menunjukkan bahwa *alternator* telah mencapai kondisi saturasi kerja sehingga penambahan putaran tidak lagi meningkatkan daya secara signifikan. Selain dibatasi oleh *regulator*, kemampuan *alternator* juga dipengaruhi oleh kapasitas kumparan stator dan kemampuan pendinginan komponen *internal*. Hal ini terjadi karena *regulator internal* mulai membatasi arus eksitasi rotor agar tegangan keluaran tetap berada pada kisaran 13,8–14,4 Volt. Pembatasan tersebut bertujuan mencegah terjadinya *overcharging*, kenaikan temperatur kumparan, serta kerusakan pada komponen sistem pengisian.

4.1.4 Perbandingan Kinerja Alternator Berdasarkan Putaran

Berdasarkan ketiga grafik, diperoleh karakteristik daya pengisian sebagai berikut.

Tabel 4. 2 Perbandingan kinerja alternator berdasarkan putaran

Putaran Alternator	Daya Maksimum (Watt)	Karakteristik pengisian
1500 RPM	± 240 W	Daya masih meningkat mengikuti kenaikan putaran, kemampuan pengisian belum maksimal.
2000 RPM	± 295 W	Daya tertinggi, <i>alternator</i> bekerja paling optimal dan stabil.
3000 RPM	± 285 W	Daya mulai stabil, regulator membatasi keluaran sehingga peningkatan putaran tidak meningkatkan daya secara signifikan.

Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa peningkatan putaran mesin dari 1500 RPM ke 2000 RPM menghasilkan kenaikan daya sekitar 23%, sedangkan peningkatan putaran dari 2000 RPM ke 3000 RPM tidak meningkatkan daya, bahkan terjadi sedikit penurunan sekitar 3%. Hal ini menunjukkan bahwa daya keluaran *alternator* tidak hanya dipengaruhi oleh putaran rotor, tetapi juga oleh kapasitas *alternator* dan kerja *regulator* tegangan.

4.2 Analisa perbandingan Daya Pengisian Tanpa Beban Dan Dengan Beban

Pengujian dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi putaran *alternator* terhadap daya pengisian pada kondisi tanpa beban dan dengan beban berupa dua buah *glow plug* 12 Volt. Variasi putaran yang digunakan adalah 1500 RPM, 2000 RPM, dan 3000 RPM dengan waktu pengujian selama 10 menit. Dengan menggunakan persamaan 2.1, maka daya tanpa beban dan dengan beban dihitung sebagai berikut:

$$P = V \times I$$

1. Perhitungan tanpa beban menit ke 1 Rpm 2000:
$$P = 13,8 \times 4,4$$
$$= 60,7 \text{ (watt)}$$
2. Perhitungan dengan beban menit ke 1 Rpm 2000:
$$P = 13,5 \times 17,5$$
$$= 236,2 \text{ (watt)}$$

Dengan menggunakan persamaan yang sama untuk data hasil pengujian lainnya dicantumkan pada tabel 4.3 dan 4.4 berikut:

Tabel 4. 3 Perhitungan persamaan tanpa beban

waktu (mnt)	1500 Rpm	2000 Rpm	3000 Rpm
0	0,0	0,0	0,0
1	54,8	60,7	93,1
2	57,5	62,6	94,5
3	56,2	63,9	93,1
4	57,5	65,3	91,7
5	53,4	68,1	93,1
6	52,1	69,5	90,4
7	53,4	70,9	87,6
8	54,8	70,9	90,4
9	57,5	72,3	91,7
10	56,2	76,5	89,0

Tabel 4. 4 Perhitungan persamaan dengan beban

waktu (mnt)	1500 Rpm	2000 Rpm	3000 Rpm
0	0,0	0,0	0,0
1	109,1	236,3	205,4
2	127,7	261,9	221,7
3	131,7	242,1	277,4
4	178,2	223,0	274,7
5	179,5	278,8	288,3
6	240,2	282,9	288,3
7	192,7	280,2	280,2
8	191,4	274,7	269,3

9	200,6	269,3	274,7
10	207,2	295,1	277,4

Hasil dari data pengujian menunjukkan bahwa putaran *alternator* dan kondisi pembebanan memberikan pengaruh yang besar terhadap besarnya daya pengisian.

4.2.1 Analisa Grafik Tanpa Beban

Pada kondisi tanpa beban, daya pengisian meningkat seiring bertambahnya putaran *alternator*. Pada putaran 1500 RPM, daya rata-rata berada pada kisaran 52–57 Watt. Ketika putaran dinaikkan menjadi 2000 RPM, daya meningkat menjadi sekitar 60–76 Watt, sedangkan pada 3000 RPM daya berada pada kisaran 88–94 Watt.

Hal ini menunjukkan bahwa ketika baterai telah berada pada kondisi penuh (*fully charged*), regulator mengurangi arus eksitasi sehingga *alternator* hanya menghasilkan daya yang diperlukan untuk mempertahankan tegangan sistem (*floating charge*).



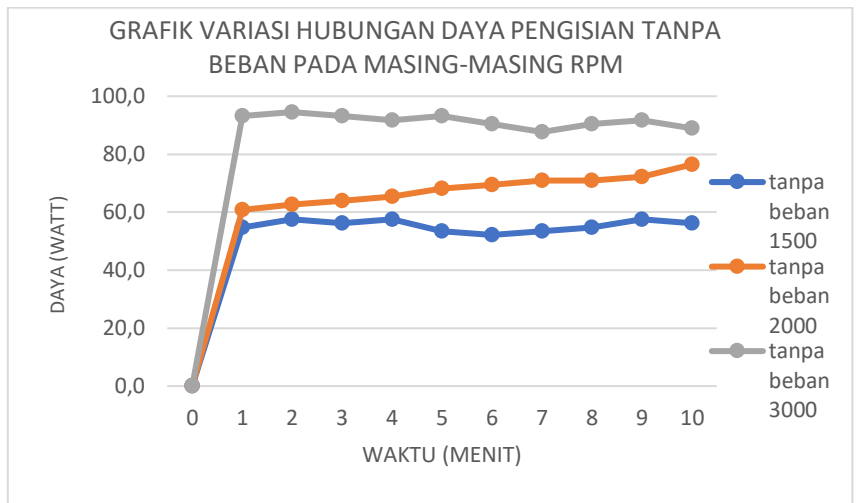
Gambar 4. 4 Pengambilan data tanpa beban

Tabel 4. 5 Tabel hasil pengukuran masing-masing Rpm

no.	RPM	waktu (mnt)	tanpa beban	
			voltase	amper
0	0	0	12,4	0
1	1500	1	13,7	4
2	1500	2	13,7	4,2
3	1500	3	13,7	4,1
4	1500	4	13,7	4,2
5	1500	5	13,7	3,9
6	1500	6	13,7	3,8
7	1500	7	13,7	3,9
8	1500	8	13,7	4
9	1500	9	13,7	4,2
10	1500	10	13,7	4,1

no.	RPM	waktu (mnt)	tanpa beban	
			voltase	amper
0	0	0	12,4	0
1	2000	1	13,8	4,4
2	2000	2	13,9	4,5
3	2000	3	13,9	4,6
4	2000	4	13,9	4,7
5	2000	5	13,9	4,9
6	2000	6	13,9	5
7	2000	7	13,9	5,1
8	2000	8	13,9	5,1
9	2000	9	13,9	5,2
10	2000	10	13,9	5,5

no.	RPM	waktu (mnt)	tanpa beban	
			voltase	amper
0	0	0	12,4	0
1	3000	1	13,9	6,7
2	3000	2	13,9	6,8
3	3000	3	13,9	6,7
4	3000	4	13,9	6,6
5	3000	5	13,9	6,7
6	3000	6	13,9	6,5
7	3000	7	13,9	6,3
8	3000	8	13,9	6,5
9	3000	9	13,9	6,6
10	3000	10	13,9	6,4



Gambar 4. 5 Grafik variasi hubungan daya pengisian tanpa beban pada masing-masing Rpm

Kenaikan daya pada kondisi tanpa beban tidak terlalu besar. Hal ini disebabkan karena aki yang digunakan berada dalam kondisi fully charged, sehingga kebutuhan arus pengisian sangat kecil. Pada kondisi tersebut, IC regulator akan mengurangi arus eksitasi (*field current*) agar tegangan pengisian tetap berada pada kisaran 13,8–14,4 Volt. Akibatnya, *alternator* hanya menghasilkan daya yang diperlukan untuk mempertahankan kondisi pengisian (*floating charge*).

4.2.2 Analisa Grafik Dengan Beban

Pada kondisi menggunakan dua buah glow plug sebagai beban, daya pengisian meningkat secara signifikan dibandingkan kondisi tanpa beban. Pada putaran 1500 RPM, daya maksimum mencapai sekitar 240 Watt, sedangkan pada 2000 RPM meningkat hingga sekitar 520 Watt, dan pada 3000 RPM mencapai sekitar 810 Watt.



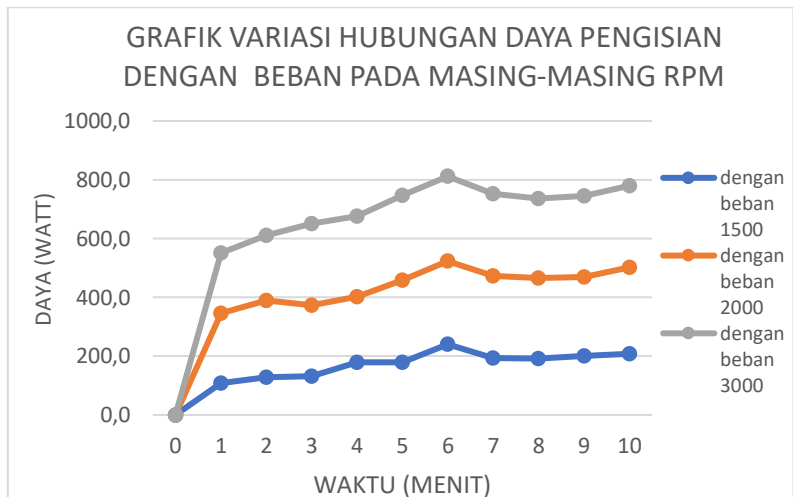
Gambar 4. 6 Pengambilan data dengan beban

Tabel 4. 6 Tabel hasil pengukuran masing-masing Rpm

no.	RPM	waktu (mnt)	dengan beban	
			voltase	amper
0	0	0	12,4	0
1	1500	1	13,3	8,2
2	1500	2	13,3	9,6
3	1500	3	13,3	9,9
4	1500	4	13,3	13,4
5	1500	5	13,2	13,6
6	1500	6	13,2	18,2
7	1500	7	13,2	14,6
8	1500	8	13,2	14,5
9	1500	9	13,2	15,2
10	1500	10	13,2	15,7

no.	RPM	waktu (mnt)	dengan beban	
			voltase	amper
0	0	0	12,4	0
1	2000	1	13,5	17,5
2	2000	2	13,5	19,4
3	2000	3	13,6	17,8
4	2000	4	13,6	16,4
5	2000	5	13,6	20,5
6	2000	6	13,6	20,8
7	2000	7	13,6	20,6
8	2000	8	13,6	20,2
9	2000	9	13,6	19,8
10	2000	10	13,6	21,7

no.	RPM	waktu (mnt)	dengan beban	
			voltase	amper
0	0	0	12,4	0
1	3000	1	13,6	15,1
2	3000	2	13,6	16,3
3	3000	3	13,6	20,4
4	3000	4	13,6	20,2
5	3000	5	13,6	21,2
6	3000	6	13,6	21,2
7	3000	7	13,6	20,6
8	3000	8	13,6	19,8
9	3000	9	13,6	20,2
10	3000	10	13,6	20,4



Gambar 4. 7 Grafik variasi hubungan daya pengisian dengan beban pada masing-masing Rpm

Pada menit ke-6 terlihat bahwa daya pengisian mengalami kenaikan pada semua variasi RPM. Hal ini menunjukkan bahwa *alternator* telah mencapai kondisi kerja yang lebih stabil setelah beberapa menit beroperasi. Selain itu, *glow plug* sebagai beban resistif membutuhkan arus yang relatif besar sehingga regulator meningkatkan arus eksitasi rotor agar *alternator* mampu memenuhi kebutuhan arus beban. Peningkatan arus eksitasi tersebut menyebabkan medan magnet rotor semakin kuat, sehingga tegangan induksi dan arus keluaran *alternator* meningkat yang ditunjukkan oleh kenaikan daya pengisian pada menit ke-6. Setelah mencapai nilai maksimum, grafik menunjukkan bahwa daya cenderung stabil meskipun putaran tetap konstan. Kondisi ini menunjukkan bahwa regulator telah bekerja mengendalikan arus eksitasi untuk menjaga tegangan sistem tetap stabil dan mencegah terjadinya overcharging pada baterai.

4.2.3 Perbandingan Kondisi Tanpa Beban Dan Dengan Beban

Berdasarkan kedua grafik, terlihat perbedaan yang sangat jelas antara kondisi tanpa beban dan dengan beban.

Tabel 4. 7 Perbandingan kondisi tanpa beban dan dengan beban

Kondisi	Karakteristik Hasil
Tanpa Beban	Daya meningkat seiring putaran, tetapi relatif kecil karena aki hanya membutuhkan arus pemeliharaan (<i>floating charge</i>).
Dengan Beban	Daya meningkat secara signifikan karena regulator menaikkan arus eksitasi untuk memenuhi kebutuhan beban <i>glow plug</i> .

Pada kondisi tanpa beban, kenaikan daya terutama dipengaruhi oleh peningkatan putaran rotor. Sebaliknya, pada kondisi dengan beban, kenaikan daya dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu peningkatan putaran rotor dan peningkatan arus eksitasi akibat adanya kebutuhan arus dari *glow plug*. Dengan demikian,

daya pengisian pada kondisi berbeban jauh lebih besar dibandingkan tanpa beban.

Perbedaan karakteristik tersebut menunjukkan bahwa keluaran *alternator* bersifat load dependent, yaitu besarnya daya yang dihasilkan mengikuti kebutuhan sistem kelistrikan.

4.2.4 Analisa Pengaruh Putaran Variasi RPM

Jika dibandingkan berdasarkan putaran, diperoleh karakteristik sebagai berikut.

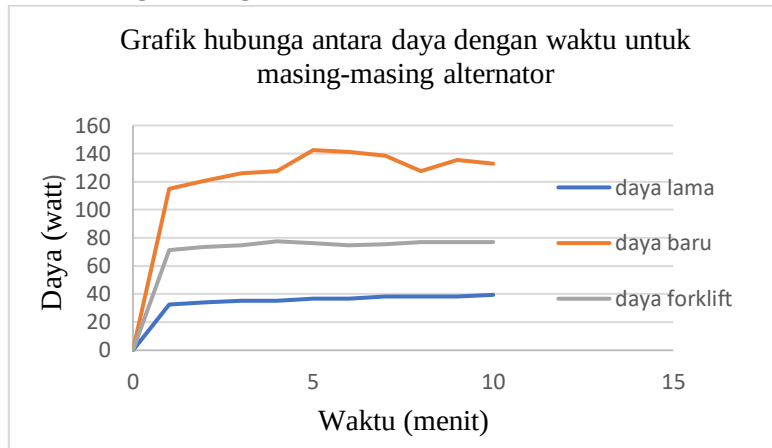
Tabel 4. 8 Analisis pengaruh putaran variasi Rpm

Putaran RPM	Tanpa Beban	Dengan Beban	Hasil Analisa
1500	± 55 Watt	± 240 Watt	Putaran masih rendah, <i>alternator</i> mampu mengisi aki dan menyuplai beban, tetapi belum mencapai kapasitas maksimum.
2000	± 68 Watt	± 520 Watt	Induksi elektromagnetik meningkat sehingga <i>alternator</i> bekerja lebih efisien dalam menghasilkan daya.
3000	± 91 Watt	± 810 Watt	Daya tertinggi diperoleh pada kondisi berbeban, sedangkan pada kondisi tanpa beban regulator mempertahankan mode <i>floating charge</i> .

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, alat penguji *alternator* mampu mengukur parameter tegangan, arus, putaran (RPM), dan daya pengisian pada kondisi tanpa beban maupun berbeban. Dengan demikian, alat yang dirancang telah

memenuhi tujuan penelitian, yaitu sebagai media pengujian performa *alternator* pada unit alat berat.

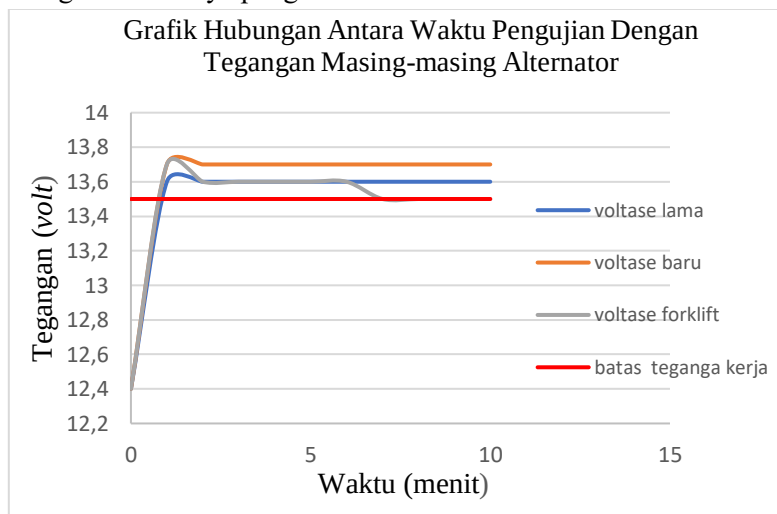
4.3 Analisa Grafik Antara Daya Dengan Waktu Untuk Masing-Masing *Alternator*



*Gambar 4. 8 Grafik hubungan antara daya dengan waktu untuk masing-masing *alternator**

Berdasarkan grafik, ketiga *alternator* mengalami peningkatan daya pada menit pertama, kemudian lebih stabil hingga akhir pengujian. Hal ini menunjukkan bahwa setelah beberapa saat beroperasi, *alternator* telah mencapai kondisi kerja yang stabil sehingga mampu mempertahankan proses pengisian baterai. *Alternator* baru menghasilkan daya paling tinggi, yaitu sekitar 142 Watt, sehingga memiliki kemampuan pengisian yang paling baik. *Alternator* forklift menghasilkan daya sekitar 77 Watt, dengan grafik yang relatif stabil selama pengujian, sedangkan *alternator* lama hanya menghasilkan daya sekitar 38 Watt, sehingga menunjukkan kemampuan pengisian yang lebih rendah dibandingkan kedua *alternator* lainnya. Perbedaan daya tersebut

dipengaruhi oleh kondisi dan kemampuan masing-masing *alternator* dalam menghasilkan arus pengisian. Hasil ini sejalan dengan penelitian (Dragos et al 2022) [8]. Yang menunjukkan bahwa kemampuan pengisian *alternator* dipengaruhi oleh kondisi operasi dan karakteristik putaran *alternator*. Dengan demikian, semakin baik kondisi komponen internal dan sistem regulasi *alternator*, semakin besar kemampuan *alternator* dalam menghasilkan daya pengisian.



Gambar 4. 9 Grafik hubungan antara waktu pengujian dengan tegangan masing-masing alternator

Berdasarkan grafik, ketiga *alternator* mengalami kenaikan tegangan dari sekitar 12,4 Volt menjadi 13,5–13,7 Volt di menit awal, kemudian tegangan lebih stabil hingga akhir pengujian. *Alternator* baru menghasilkan tegangan paling tinggi, sekitar 13,7 Volt, sedangkan *alternator* forklift dan *alternator* lama berada pada kisaran 13,5–13,6 Volt. Dari hasil pengujian masih berada di atas batas tegangan kerja 13,5 Volt. Hasil pengujian ini sesuai dengan

penelitian (Chen,Jyh-wei 2019) [28]. Yang menjelaskan bahwa *voltage regulator* pada sistem pengisian berfungsi mengendalikan arus medan *alternator* untuk mempertahankan tegangan pengisian pada kisaran 13,5–14,5 Volt meskipun terjadi perubahan kecepatan *alternator* dan arus beban. Dengan demikian, tegangan hasil pengujian pada ketiga *alternator* masih berada dalam rentang tegangan pengisian yang sesuai.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pembuatan, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa alat pengujian alternator pada unit alat berat telah berhasil dirancang dan dibangun sesuai dengan tujuan penelitian. Alat ini dirancang menggunakan engine atau motor penggerak sebagai sumber putaran, dudukan *alternator*, baterai 12 Volt, *voltmeter*, *amperemeter*, *tachometer*, panel kontrol, serta dua buah *glow plug* 12 Volt sebagai beban. Seluruh komponen dapat bekerja dalam satu sistem sehingga alternator dapat diuji di luar unit alat berat dengan kondisi yang aman, mudah, dan terukur.

Dengan adanya alat penguji ini, pemeriksaan kinerja *alternator* dapat dilakukan berdasarkan perubahan putaran serta parameter tegangan dan arus pengisian. Alat tersebut dapat membantu proses pemeriksaan dan *troubleshooting* sistem pengisian tanpa harus melakukan pengujian langsung pada unit alat berat. Dengan demikian, rancang bangun alat penguji *alternator* telah dapat direalisasikan dan dapat digunakan sebagai media pengujian untuk membantu proses diagnosis kondisi *alternator* pada unit alat berat.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Alat penguji *alternator* yang telah dirancang masih terbatas pada pengujian *alternator* 12 Volt. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan mengembangkan alat agar dapat digunakan untuk menguji *alternator* 24 Volt

yang banyak diaplikasikan pada unit alat berat berkapasitas besar.

2. Penelitian selanjutnya juga disarankan melakukan pengujian terhadap parameter lain, seperti efisiensi *alternator*, temperatur kerja, torsi penggerak, konsumsi daya motor penggerak, serta karakteristik regulator tegangan sehingga evaluasi performa *alternator* menjadi lebih komprehensif.
3. Penelitian selanjutnya dapat melakukan pengujian terhadap lebih banyak tipe dan kapasitas *alternator* sehingga alat dapat digunakan secara lebih luas pada berbagai jenis unit alat berat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] “RENTAL ALAT BERAT, TRADING & SERVICE PT RAYYAN MULTI KARYA.” [Online]. Available: <https://rayyanmultikarya.co.id/>
- [2] A. Muis, M. Mangkona, D. Aviva, and F. Faisyal, “Analisa Kerusakan *Alternator* Pada Engine C6.4 Excavator 320D Caterpillar,” *MEDIA Perspekt. J. Technol.*, vol. 13, no. 1, p. 28, 2021, doi: 10.46964/jtmp.v13i1.1350.
- [3] A. Pangkung, A. M. S. Yunus, M. N. Mulyadi, and P. A. Illa, “Rancang Bangun *Alternator* Mobil Menggunakan Magnet Permanen,” *J. Tek. Mesin Sinergi*, vol. 19, no. 2, pp. 173–180, 2021, doi: 10.31963/sinergi.v19i2.3021.
- [4] Achmad Rheza Zhuhudy and Muhammad Akhlis Rizza, “Rancang Bangun Trainer Sistem Pengisian dan Starter Serta Analisis Pengaruh Variasi Putaran Mesin terhadap Output *Alternator* dalam Efisiensi Pengisian Baterai,” *J. Kendali Tek. dan Sains*, vol. 3, no. 3, pp. 243–253, 2025, doi: 10.59581/jkts-widyakarya.v3i3.5418.
- [5] R. K. Mazlan, R. M. Dan, M. Z. Zakaria, and A. H. A. Hamid, “Experimental study on the effect of *alternator* speed to the car charging system,” *MATEC Web Conf.*, vol. 90, 2016, doi: 10.1051/mateconf/20179001076.
- [6] R. Sihombing, S. Lolongan, R. Lia, M. Kholili, and ..., “The Effect Of Engine Running Towards Toyota Innova Type G 2.4 A/T 2017 CAR *Alternator* Charging System,” *Int. J. ...*, vol. 01, no. 01, pp. 1–5, 2024, [Online]. Available: <https://ijdes.uho.ac.id/index.php/journal/article/view/2>
- [7] P. Harahap, R. Rimbawati, D. Mangopo, M. A. Siregar, R. Rahmatullah, and A. Amiruddin, “Pengaruh Torsi *Alternator* Mobil Terhadap Inverter,” *Transm. J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 27, no. 4, pp. 201–208, 2025, doi: 10.14710/transmisi.27.4.201-208.
- [8] D. Tutunea, D. Ilie, L. Racila, and C. Rotea, “Experimental investigation on the *alternator* charging capacity for automotive applications,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*,

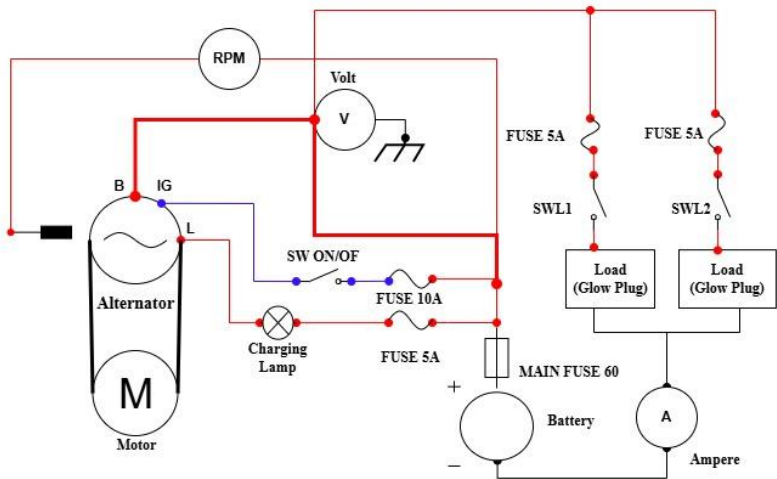
-
- vol. 1220, no. 1, p. 012036, 2022, doi: 10.1088/1757-899x/1220/1/012036.
- [9] T. Junaedi, A. F. Ainni, and D. Teknik, “Analisa Penyebab Alternator Tidak Berfungsi Pada Unit HD 465 - 5,” vol. 2, no. 1, pp. 1–7, 2025, [Online]. Available: <https://ojs.sains.ac.id/index.php/ekselenta/article/view/114>
 - [10] “Alternator”, [Online]. Available: <https://arthurteknik.com/fungsi-alternator-genset-dan-bagian-bagiannya/>
 - [11]. Arif fadilah M.Akram, H. H. T. N. C., and E. A. A. E. gunawan Y. Assael, “TUGAS MAKALAH ELECTRICAL SYSTEM ‘ALTERNATOR.’”
 - [12] “Regulator”, [Online]. Available: <https://indonesian.alibaba.com/g/alternator-regulator-hino.html>
 - [13] “Bearing”, [Online]. Available: https://wagendass.com/en/ball-bearing-needle-bearing-slip-ring-for-alternator/12082-ball-bearing-for-alternator-valeo-tg11c064-sg12b090-tg15c034.html?srsltid=AfmBOoromGe9KD_5z5LQ5gHR CsVcBFLrSjdY0nBuPxz25xN7DSwYcodj
 - [14] “Slip Ring.” [Online]. Available: <https://indonesian.alibaba.com/g/slip-ring-for-alternator.html>
 - [15] “Brush.” [Online]. Available: <https://www.trodo.com/carbon-brush-alternator-as-pl-ab5009-bulk>
 - [16] “Brucket.” [Online]. Available: https://www.alibaba.com/product-detail/Auto-Alternator-Bracket-Alternator-Casting-Housing_521415976.html
 - [17] “Seal.” [Online]. Available: <https://indonesian.alibaba.com/g/alternator-oil-seal.html>
 - [18] “Rotor.” [Online]. Available: https://www.researchgate.net/figure/Alternator-211-Rotor-Rotor-Figure-2-serves-to-generate-a-magnetic-field-The-rotor_fig1_337259921

- [19] “Stator.” [Online]. Available: <https://www.tradeindia.com/products/alternator-stator-coil-34368-01100-c3724697.html>
- [20] Jay Safford, “Cara Memeriksa *Alternator*.” [Online]. Available: <https://id.wikihow.com/Memeriksa-Alternator>
- [21] “Diagram pengetesan.” [Online]. Available: <https://fuelpumps.tpub.com/TM-5-4320-234-34/TM-5-4320-234-340059.htm>
- [22] “Koneksi regulator *alternator*.” [Online]. Available: <https://www.rhocar.org/index.php?/forums/topic/50455-alternator-wiring/>
- [23] M. H. Darmawan, S. Dwi, and P. Bambang, “Praktikum Amperemeter Dan Voltmeter Berarus Searah (Dc),” *J. Tek. Ind.*, vol. 7, no. Dc, pp. 1–7, 2020.
- [24] “Ampermeter.” [Online]. Available: https://id.made-in-china.com/co_tyelectric/product_D85-240t-AC-50A-LCD-Ammeter-220V380V-Digital-Electric-Meter-Measuring-Instrument_yugonnroh.html
- [25] “Voltmeter.” [Online]. Available: <https://shopee.co.id/Voltmeter-Voltmeter-Aki-anti-air-Pengukur-Daya-Aki-Volt-Meter-Aki-12-Volt-universal-i.514466186.10144238629>
- [26] M. E. Wahyudinata, R. Noval, and I. Susanto, “ANALISA OVERHEATING ENGINE WHELL LOADER 835 H LIUGONG STUDI KASUS PADA WATERPUMP,” pp. 1473–1482, 2024.
- [27] R. D. Orlando, “Jurusan teknik mesin fakultas teknik universitas sultan ageng tirtayasa 2023,” 2023.
- [28] J. Chen, “Design of Low-Cost *Voltage* Sensing Method of Three-phase Synchronous Rectifier with High- Efficiency for Automotive *Alternator*,” *2019 IEEE Transp. Electrifi. Conf. Expo, Asia-Pacific (ITEC Asia-Pacific)*, pp. 1–6, 2019.

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN

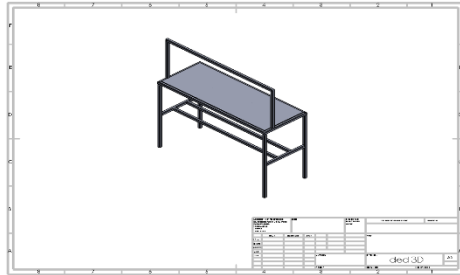
Lampiran 1 Desain Diagram Rangkaian



Keterangan:

1. Motor DC (Penggerak)
2. *Alternator*
3. *Ampermeter*
4. *Voltmeter*
5. *Tachometer*
6. *Swith On/Off*
5. *Glow Plug* (Beban)
6. *Battery*

Lampiran 2 Desain Gambar Rangka



Lampiran 4 Alat Uji Alternator



Testing before troubleshooting

	Item	Criterion	Remedy
Fuel, lubricating oil and coolant	1. Check of level and type of fuel	–	Add fuel
	2. Check of fuel for foreign matter	–	Clean and drain
	3. Check of level and type of engine oil	Between H and L	Add oil
	4. Check of coolant level	Between FULL and LOW	Add coolant
	5. Check of air cleaner for clogging	–	Clean or replace
	6. Check of level and type of hydraulic oil	Between H and L	Add oil
	7. Check of level and type of transmission oil	Within oil gauge	Add oil
	8. Check of fuel filter for clogging	–	Replace
	9. Check of engine oil filter for clogging	–	Replace
	10. Check of hydraulic oil filter for clogging	–	Replace
	11. Check of transmission oil filter for clogging	–	Replace
Electrical equipment	12. Check of battery terminals and wiring for loose and corrosion	–	Retighten or replace
	13. Check of alternator terminals and wiring for loose and corrosion	–	Retighten or replace
	14. Check of starting motor terminals and wiring for loose and corrosion	–	Retighten or replace
	15. Check of operations of instruments	–	Repair or replace
Hydraulic, mechanical equipment	16. Check for abnormal noise or smell	–	Repair
	17. Check for oil leakage	–	Repair
	18. Bleeding air	–	Bleed air
	19. Check of brake performance	–	Repair or adjust
Electric, electrical equipment	20. Check of battery voltage (with engine stopped)	10 – 14 V	Charge or replace
	21. Check of electrolyte level	Upper level and Low level	Add electrolyte or replace battery
	22. Check of wires for discoloration, burn, and removal of cover	–	Replace
	23. Check for released wire clamp and drooping wire	–	Repair
	24. Check of wires for wetness (Check connectors and terminals for wetness, in particular)	–	Disconnect and dry connector
	25. Check of slow blow fuse and fuse for disconnection and corrosion	–	Replace
	26. Check of alternator voltage (while engine speed is at middle or higher)	After operating for several minutes 13.5 – 14.5 V	Repair or replace

NO	Komponen	Volume	Satuan	Jumlah
1	Saklar On/Off	4	19.000	76.000
2	Soket <i>Alternator</i>	2	20.000	40.000
3	Fuse Box	1	58.000	58.000
4	Digital A dan V	1	65.000	65.000
5	Soket Banana	4	4.500	18.000
6	Jack Banana	5	22.000	110.000
7	Digital Tachometer	1	137.000	137.000
8	Kabel Power H/M	2 m	25.000	50.000
9	Plat adjust <i>alternator</i>	1	27.000	27.000
10	Main Fuse 60A	1	37.000	37.000
11	Baut 14 stainless	1	24.000	24.000
12	Cat hitam	1 paket	215.000	215.000
13	Solasi bakar K/B	2 m	3.000	6.000
14	Skun gepeng	10	2.000	20.000
15	Skun bulat	10	3.000	30.000
16	Kabel kelistrikan H/M	6 m	3.000	18.000
17	Baut & Mur 12	10	5.000	50.000
18	Warning lamp	3	15.000	45.000
19	Stiker nama komponen	-	50.000	50.000
20	V-belt	1	50.000	50.000
	Total			1.126.000

BIODATA PENULIS



Sandy Dwi Wahyudi dilahirkan di sampang, 09 September 2004. Anak dari Bapak Zinal Abidin dan Ibu Tiwamah. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis mulai menuntut ilmu di SDN Dharma Camplong 1&5 pada tahun (2011-2017), melanjutkan ke SMPN

1 Camplong pada tahun (2017-2020), dan melanjutkan ke SMAN 3 Sampang pada tahun (2020-2023). Pada tahun 2023 penulis melanjutkan ke jenjang perguruan tinggi di Politeknik Negeri Madura Jurusan Rekayasa Mesin dan Industri, Program Studi D3 Teknik Mesin Alat Berat selama 3 tahun (2023-2026). Selama di Politeknik Negeri Madura