

## RANCANG BANGUN PEMANFAATAN CAR RADIATOR MOTOR 4 SILINDER 1500 CC 12 V SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK ALTERNATIF

Ian Fernanda Sianipar<sup>1</sup>, Yunus Jefri Matondang<sup>2</sup>, Maharani Putri<sup>3</sup>

Teknik Listrik<sup>1,2,3</sup>, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan

ianfernandasianipar@students.polmed.ac.id<sup>1</sup>, yunusjefrimatondang@students.polmed.ac.id<sup>2</sup>,

maharaniputri@polmed.ac.id<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Energi listrik atau arus listrik adalah salah satu jenis energi utama yang diperlukan dalam peralatan listrik atau energi yang tersimpan dalam arus listrik dalam satuan Ampere dan voltase dalam satuan Volt ketika dibutuhkan konsumsi Listrik dalam satuan Watt digunakan untuk menyalakan motor, menyalakan lampu, memanaskan, mendinginkan atau mengaktifkan kembali peralatan mekanis untuk menghasilkan bentuk energi lain. Kebutuhan sumber daya listrik yang semakin tinggi, membuat pembangkit bekerja lebih dan sewaktu-waktu terjadi trouble yang menyebabkan padamnya listrik. Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis ingin membuat sebuah alat pembangkit listrik alternatif yang ramah lingkungan dengan memanfaatkan Car Radiator Motor. Perancangan alat ini bertujuan untuk mengetahui tegangan, arus, dan putaran keluaran Car Radiator Motor sehingga dapat mengetahui efisiensi dan baik dipergunakan untuk emergency power saat aliran listrik rumah padam atau dipergunakan pada saat berkemah di pegunungan yang belum teraliri oleh listrik.

**Kata Kunci** : Car Radiator Motor, Energi Listrik, Arus, Tegangan

### PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan faktor penting dalam meningkatkan kualitas hidup masyarakat dan sekaligus menjadi penggerak pembangunan nasional di berbagai sektor ekonomi (Tohir & Yahya, 2014). Energi listrik digunakan di berbagai sektor, yaitu perumahan, industri, komersial, layanan sosial, gedung pemerintah, dan penerangan jalan umum (Hakimah, 2019). Dapat dikatakan bahwa energi listrik telah menjadi sumber energi utama dalam segala kegiatan, baik rumah tangga maupun industri. Dengan berkembangnya teknologi, kebutuhan akan sumber daya listrik juga semakin meningkat. Energi saat ini sangat dibutuhkan untuk mendukung seluruh kehidupan manusia. Namun, dengan tingginya konsumsi listrik akan menyebabkan pembangkit bekerja lebih keras dan sewaktu-waktu akan terjadi *trouble* yang menyebabkan padamnya listrik. Terkhusus juga untuk daerah yang terpencil, banyak juga yang belum tersentuh oleh listrik. Di pegunungan misalnya, banyak para pendaki yang berkemah membutuhkan energi listrik untuk aktivitasnya, seperti pencahayaan pada malam hari, mengisi daya ponsel atau kamera, dan untuk menyalakan kompor listrik.

Salah satu cara untuk meminimalisir masalah di atas yaitu merancang dan membuat alat yang memungkinkan alat ini dapat mengatasi masalah tersebut. Alat ini merupakan pembangkit listrik alternatif yang memanfaatkan *Car Radiator Motor* sebagai penghasil energi listrik. Cara kerja alat ini adalah dengan memanfaatkan *Car Radiator Motor* untuk menghasilkan sumber listrik DC yang kemudian diteruskan ke inverter, yang mengubah tegangan arus searah (DC) asli menjadi arus bolak-balik (AC) sehingga dapat digunakan untuk beban yang terutama menggunakan arus bolak-balik (AC).

### TINJAUAN PUSTAKA

#### Uraian Teori

##### 1. Motor listrik

Motor listrik adalah perangkat elektromagnetik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik (Sitompul et al., 2014). Sedangkan mesin listrik yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik adalah generator (Hapsari & Ardyanto, 2014). Dalam peralatan rumah tangga, motor listrik dapat ditemukan seperti pengering rambut, kipas angin, mesin jahit, mesin cuci, blender, pompa air, bor listrik, lemari es, dan penyedot debu. Dalam industri motor listrik digunakan untuk impeller pompa, *fan*, blower, menggerakkan kompresor, mengangkat beban dan keperluan lainnya.

## 2. Jenis motor listrik

### a. Motor DC

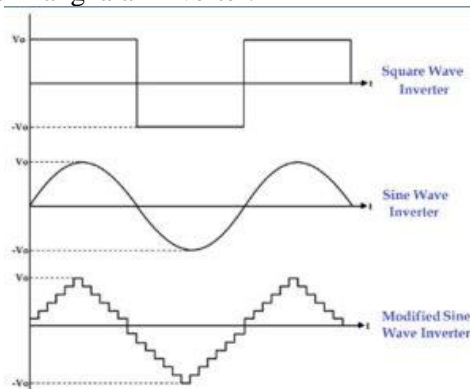
Motor DC adalah perangkat yang mengubah energi listrik DC menjadi energi mekanik. Dalam motor DC, kumparan yang dialiri arus listrik akan menghasilkan medan magnet yang mencakup kumparan jangkar dengan arah tertentu. Motor DC membutuhkan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Motor DC memiliki dua kumparan yaitu kumparan medan yang berfungsi untuk menghasilkan medan magnet, dan kumparan jangkar yang berfungsi sebagai tempat terbentuknya gaya gerak listrik (ggl) (Nalaprana & Sri, 2015). Kumparan medan motor DC disebut *stator* (bagian yang tidak berputar) sedangkan kumparan jangkar disebut *rotor* (bagian yang berputar).

### b. Motor AC

Motor AC menggunakan arus listrik yang membalikkan arahnya secara teratur pada rentang waktu tertentu. Motor listrik terdiri dari dua bagian dasar listrik: "*stator*" dan "*rotor*". *Rotor* adalah komponen listrik berputar untuk memutar as motor. Keuntungan utama motor DC dibandingkan motor AC adalah bahwa kecepatan motor AC lebih sulit dikendalikan. Untuk mengatasi kelemahan ini, motor AC dapat dilengkapi dengan penggerak frekuensi variable untuk meningkatkan kendali kecepatan sekaligus menurunkan dayanya. Motor induksi adalah motor paling populer di industri karena keandalan dan kemudahan perawatannya. Motor induksi AC relatif murah (harganya setengah atau kurang dari harga sebuah motor DC) dan juga memberikan rasio daya terhadap berat yang cukup tinggi (sekitar dua kali motor DC) (Cendana, 2018).

## 3. Inverter

Inverter adalah rangkaian elektronik yang mengubah tegangan listrik dari arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC) (Giyantara et al., 2019). Pemilihan inverter yang tepat untuk aplikasi tertentu tergantung pada kebutuhan beban serta kepada sistem itu sendiri apakah sistem yang terhubung ke jaringan listrik (*grid connected*) atau sistem yang berdiri sendiri (*stand alone system*). Sumber tegangan inverter dapat berupa baterai, panel surya maupun sumber tegangan DC lainya (Purwoto et al., 2018). Bentuk gelombang yang dapat dihasilkan oleh inverter meliputi gelombang persegi (*square wave*), gelombang sinus (*sine wave*), gelombang sinus yang dimodifikasi (*modified sine wave*) dan gelombang modulasi pulsa lebar (*pulse width modulated wave*) tergantung pada desain rangkaian inverter.



Gambar 1. Bentuk Gelombang Inverter  
Sumber : (sanspower.com, 2020)

## 4. Baterai

Baterai adalah perangkat yang terdiri dari dua atau lebih sel elektrokimia yang mengubah energi kimia yang tersimpan menjadi energi listrik (Farizy & Asfani, 2016). Baterai terdiri dari terminal positif (katoda) dan terminal negatif (anoda) serta elektrolit yang berfungsi sebagai penghantar. *Output* arus listrik dari baterai adalah arus searah atau disebut juga arus DC (*Direct Current*). Secara umum, Baterai dibagi menjadi dua jenis utama yakni baterai primer yang hanya dapat digunakan satu kali (*single use battery*) dan baterai sekunder yang dapat diisi ulang (*rechargeable battery*).

## 5. Car Radiator Motor

Radiator mobil merupakan komponen utama dalam sistem pendinginan mobil. Fungsi dari komponen ini adalah untuk menjaga suhu mesin agar tetap stabil sehingga mesin mobil dapat menjalankan fungsinya secara optimal tanpa *overheat*. komponen pada radiator yang memiliki peranan penting dalam mengoptimalkan mekanismenya adalah kipas radiator atau *Car Radiator Motor* atau *Motor Fan Radiator*. *Car Radiator Motor* dapat berfungsi sebagai generator dan mengubah energi kinetik menjadi energi listrik.

#### 6. *Voltage Regulator* XH-M401 DC-DC

*Voltage Regulator* XH-M401 dapat mengatur tegangan masukan yang bervariasi menjadi tegangan keluaran yang tetap dan stabil. Regulator ini bekerja dengan prinsip pengaturan tegangan linear menggunakan komponen elektronik seperti transistor dan resistor. Modul XH-M401 ini dilengkapi dengan potensiometer atau *trimmer* yang memungkinkan pengguna untuk mengatur tegangan keluaran sesuai kebutuhan. Modul XH-M401 ini juga memiliki perlindungan tegangan berlebih (*overvoltage protection*) dan perlindungan arus berlebih (*overcurrent protection*) untuk mencegah kerusakan pada perangkat yang terhubung.

#### 7. Modul *Step-down* DC LM2596 HVS

Modul *Step-down* LM2596 HVS adalah sebuah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengubah tegangan listrik tinggi menjadi tegangan listrik yang lebih rendah. "HVS" merupakan singkatan dari "*High Voltage Step-down*" yang berarti modul ini dirancang khusus untuk menangani tegangan tinggi. Modul *Step-down* LM2596 HVS menggunakan *regulator switching* (*buck regulator*) berbasis IC LM2596 untuk mengatur dan mengurangi tegangan input menjadi tegangan output yang lebih rendah. *Regulator switching* bekerja dengan menggunakan siklus sakelar yang cepat untuk mengubah tegangan *input* menjadi pulsa-pulsa listrik dengan siklus kerja tertentu yang kemudian pulsa-pulsa tersebut diatur oleh modul menjadi tegangan *output* yang stabil dan sesuai dengan kebutuhan

## METODE PENELITIAN

### Tahapan-Tahapan Penelitian

Tahapan – tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan studi literatur
2. Mendefinisikan tujuan penelitian yang dilakukan
3. Menentukan desain dalam penelitian
4. Menentukan objek penelitian
5. Menguji alat pada *Car Radiator Motor* sebagai pembangkit listrik alternatif
6. Menganalisa arus, tegangan, dan kecepatan putaran pada *Car Radiator Motor*
7. Menarik kesimpulan tentang hasil analisa data yang dilakukan

### Parameter Pengukuran dan Pengamatan

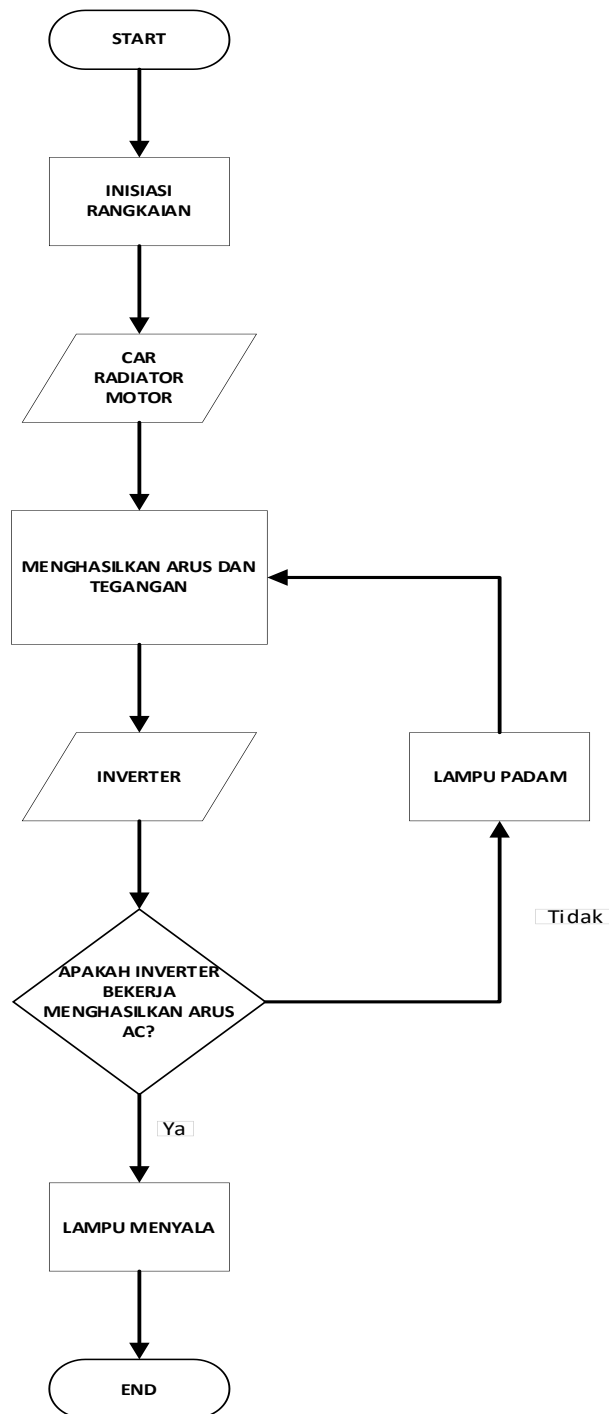
Hasil parameter pengukuran dan pengamatan pada penelitian ini adalah hasil pengukuran nilai arus, tegangan, dan kecepatan putaran pada *Car Radiator Motor* serta mengetahui karakteristik *Car Radiator Motor* sebagai pembangkit listrik alternatif.

### Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

Teknik pengumpulan data dan analisis data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode kuantitatif yaitu hasil penelitian bersifat terstruktur dan berpola, penyajian informasi yang bersifat angka atau numerik.

### Rancangan Penelitian

Berikut gambar rancangan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Rangkaian Penelitian

### Teknik Analisis Data

Teknik analisis data adalah cara yang digunakan berkenaan dengan perhitungan untuk menjawab rumusan masalah dan pengujian hipotesis yang diajukan dalam penelitian (Sugiyono, 2013). Teknik yang dilakukan oleh penulis dengan mengolah hasil pengamatan pada *Car Radiator Motor* 4 Silinder 1500 CC 12 V sebagai pembangkit energi alternatif.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk melihat hasil pengukuran keluaran *Car Radiator Motor* sebagai sumber energi. Hasil yang terlihat meliputi tegangan, arus dan RPM pada keluaran yang diperoleh dari pengukuran pengujian *Car Radiator Motor* sebagai pembangkit listrik alternatif.

**Hasil Pengukuran Pengujian Pertama**

NO		Kondisi tidak Terhubung ke Inverter dan Beban	Kondisi Terhubung ke Inverter tanpa Beban	Kondisi Terhubung ke Inverter dan Beban				Lama Waktu			
				3 w	5 w	9 w	12 w	3 w	5 w	9 w	12 w
1	Kecepatan Putaran Car Radiator Motor (RPM)	5152	4753	4545	4499	4079	3931				
2	Tegangan (volt)	21.3	19.3	18.2	17.8	15.8	15.2	10.00 —	10.05 —	10.10 —	10.15 —
3	Arus (ampere)	0	0.13	0.26	0.32	0.55	0.58				

**Hasil Pengukuran Pengujian Kedua**

NO		Kondisi tidak Terhubung ke Inverter dan Beban	Kondisi Terhubung ke Inverter tanpa Beban	Kondisi Terhubung ke Inverter dan Beban				Lama Waktu			
				3 w	5 w	9 w	12 w	3 w	5 w	9 w	12 w
1	Kecepatan Putaran Car Radiator Motor (RPM)	5417	5239	5043	4950	4622	4594				
2	Tegangan (volt)	22.6	21.5	20.4	19.9	18.5	18.3	10.00 —	10.05 —	10.10 —	10.15 —
3	Arus (ampere)	0	0.13	0.24	0.29	0.48	0.50				

**Perhitungan Selisih Jatuh Tegangan**

Untuk menghitung besar selisih jatuh tegangan, maka digunakan rumus:

$$\Delta V = V_s - V_r$$

Dimana :

$\Delta V$  = Selisih jatuh tegangan (Volt)

$V_s$  = Tegangan kirim (Volt)

$V_r$  = Tegangan terima (Volt)

Persentase (%) selisih jatuh tegangan:

$$\Delta V(\%) = \frac{V_s - V_r}{V_r} \times 100\%$$

Dimana :

$\Delta V(\%)$  = Selisih jatuh tegangan dalam % (Volt)

$V_s$  = Tegangan kirim (Volt)

$V_r$  = Tegangan terima (Volt)

1. Perhitungan persentase selisih jatuh tegangan pada pengujian pertama

a. Persentase selisih jatuh tegangan pada kondisi terhubung ke inverter tanpa beban

$$\Delta V = V_s - V_r$$

$$= 21.3 \text{ v} - 19.3 \text{ v}$$

$$= 2 \text{ v}$$

$$\begin{aligned} \Delta V(\%) &= \frac{V_s - V_r}{V_r} \times 100\% \\ &= \frac{21.3 \text{ v} - 19.3 \text{ v}}{19.3 \text{ v}} \times 100\% \\ &= 10.36\% \end{aligned}$$

b. Persentase selisih jatuh tegangan pada kondisi terhubung ke inverter dan beban 3 watt

$$\Delta V = V_s - V_r$$

$$= 21.3 \text{ v} - 18.2 \text{ v}$$

$$= 3.1 \text{ v}$$

$$\begin{aligned} \Delta V(\%) &= \frac{V_s - V_r}{V_r} \times 100\% \\ &= \frac{21.3 \text{ v} - 18.2 \text{ v}}{18.2 \text{ v}} \times 100\% \\ &= 17.03\% \end{aligned}$$

c. Persentase selisih jatuh tegangan pada kondisi terhubung ke inverter dan beban 5 watt

$$\Delta V = V_s - V_r$$

$$= 21.3 \text{ v} - 17.8 \text{ v}$$

$$= 3.5 \text{ v}$$

$$\begin{aligned} \Delta V(\%) &= \frac{V_s - V_r}{V_r} \times 100\% \\ &= \frac{21.3 \text{ v} - 17.8 \text{ v}}{17.8 \text{ v}} \times 100\% \\ &= 19.66\% \end{aligned}$$

d. Persentase selisih jatuh tegangan pada kondisi terhubung ke inverter dan beban 9 watt

$$\Delta V = V_s - V_r$$

$$= 21.3 \text{ v} - 15.8 \text{ v}$$

$$= 5.5 \text{ v}$$

$$\begin{aligned} \Delta V(\%) &= \frac{V_s - V_r}{V_r} \times 100\% \\ &= \frac{21.3 \text{ v} - 15.8 \text{ v}}{15.8 \text{ v}} \times 100\% \\ &= 34.81\% \end{aligned}$$

e. Persentase selisih jatuh tegangan pada kondisi terhubung ke inverter dan beban 12 watt

$$\Delta V = V_s - V_r$$

$$= 21.3 \text{ v} - 15.2 \text{ v}$$

$$= 6.1 \text{ v}$$

$$\begin{aligned} \Delta V(\%) &= \frac{V_s - V_r}{V_r} \times 100\% \\ &= \frac{21.3 \text{ v} - 15.2 \text{ v}}{15.2 \text{ v}} \times 100\% \\ &= 40.13\% \end{aligned}$$

## 2. Perhitungan persentase selisih jatuh tegangan pada pengujian kedua

- a. Persentase selisih jatuh tegangan pada kondisi terhubung ke inverter tanpa beban

$$\begin{aligned}\Delta V &= V_s - V_r \\ &= 22.6 \text{ v} - 21.5 \text{ v} \\ &= 1.1 \text{ v} \\ \Delta V(\%) &= \frac{V_s - V_r}{V_r} \times 100\% \\ &= \frac{22.6 \text{ v} - 21.5 \text{ v}}{21.5 \text{ v}} \times 100\% \\ &= 5.11 \%\end{aligned}$$

- b. Persentase selisih jatuh tegangan pada kondisi terhubung ke inverter dan beban 3 watt

$$\begin{aligned}\Delta V &= V_s - V_r \\ &= 22.6 \text{ v} - 20.4 \text{ v} \\ &= 2.2 \text{ v} \\ \Delta V(\%) &= \frac{V_s - V_r}{V_r} \times 100\% \\ &= \frac{22.6 \text{ v} - 20.4 \text{ v}}{20.4 \text{ v}} \times 100\% \\ &= 10.78 \%\end{aligned}$$

- c. Persentase selisih jatuh tegangan pada kondisi terhubung ke inverter dan beban 5 watt

$$\begin{aligned}\Delta V &= V_s - V_r \\ &= 22.6 \text{ v} - 19.9 \text{ v} \\ &= 2.7 \text{ v} \\ \Delta V(\%) &= \frac{V_s - V_r}{V_r} \times 100\% \\ &= \frac{22.6 \text{ v} - 19.9 \text{ v}}{19.9 \text{ v}} \times 100\% \\ &= 13.56 \%\end{aligned}$$

- d. Persentase selisih jatuh tegangan pada kondisi terhubung ke inverter dan beban 9 watt

$$\begin{aligned}\Delta V &= V_s - V_r \\ &= 22.6 \text{ v} - 18.5 \text{ v} \\ &= 4.1 \text{ v} \\ \Delta V(\%) &= \frac{V_s - V_r}{V_r} \times 100\% \\ &= \frac{22.6 \text{ v} - 18.5 \text{ v}}{18.5 \text{ v}} \times 100\% \\ &= 22.16 \%\end{aligned}$$

- e. Persentase selisih jatuh tegangan pada kondisi terhubung ke inverter dan beban 12 watt

$$\begin{aligned}\Delta V &= V_s - V_r \\ &= 22.6 \text{ v} - 18.3 \text{ v} \\ &= 4.3 \text{ v} \\ \Delta V(\%) &= \frac{V_s - V_r}{V_r} \times 100\% \\ &= \frac{22.6 \text{ v} - 18.3 \text{ v}}{18.3 \text{ v}} \times 100\% \\ &= 23.49 \%\end{aligned}$$

**Perhitungan Rata-Rata**

Untuk menghitung rata-rata, maka digunakan rumus:

$$\tilde{x} = \frac{\sum x}{n}$$

Dimana :

- $\tilde{x}$  = rata-rata  
 $\sum x$  = jumlah nilai  
 $n$  = banyak data

1. Perhitungan rata-rata keluaran *Car Radiator Motor* yang terhubung ke beban pada pengujian pertama yang diuji dari jam 10.00 sampai dengan jam 10.20

a. Tegangan

$$\begin{aligned}\tilde{x}(V) &= \frac{\sum V}{n} \\ &= \frac{18.2 + 17.8 + 15.8 + 15.2}{4} \\ &= 16.75 V\end{aligned}$$

b. Arus

$$\begin{aligned}\tilde{x}(I) &= \frac{\sum I}{n} \\ &= \frac{0.26 + 0.32 + 0.55 + 0.58}{4} \\ &= 0.42 A\end{aligned}$$

c. Kecepatan putaran

$$\begin{aligned}\tilde{x}(RPM) &= \frac{\sum RPM}{n} \\ &= \frac{4545 + 4499 + 4079 + 3931}{4} \\ &= 4263 RPM\end{aligned}$$

2. Perhitungan rata-rata keluaran *Car Radiator Motor* yang terhubung ke beban pada pengujian kedua yang diuji dari jam 10.00 sampai dengan jam 10.20

a. Tegangan

$$\begin{aligned}\tilde{x}(V) &= \frac{\sum V}{n} \\ &= \frac{20.4 + 19.9 + 18.5 + 18.3}{4} \\ &= 19.27 V\end{aligned}$$

b. Arus

$$\begin{aligned}\tilde{x}(I) &= \frac{\sum I}{n} \\ &= \frac{0.24 + 0.29 + 0.48 + 0.50}{4} \\ &= 0.37 A\end{aligned}$$

c. Kecepatan putaran

$$\begin{aligned}\tilde{x}(RPM) &= \frac{\sum RPM}{n} \\ &= \frac{5043 + 4950 + 4622 + 4594}{4} \\ &= 4802 RPM\end{aligned}$$

3. Perhitungan rata-rata keluaran *Car Radiator Motor* yang terhubung ke beban pada pengujian pertama dan kedua yang diuji dari jam 10.00 sampai dengan jam 10.20

a. Tegangan

$$\begin{aligned}\tilde{x}(V) &= \frac{\sum V}{n} \\ &= \frac{16.75 + 19.27}{2} \\ &= 18.01 V\end{aligned}$$

b. Arus

$$\begin{aligned}\tilde{x}(I) &= \frac{\sum I}{n} \\ &= \frac{0.42 + 0.37}{2}\end{aligned}$$



$$= 0.39 A$$

c. Kecepatan putaran

$$\begin{aligned}\bar{x}(RPM) &= \frac{\sum RPM}{n} \\ &= \frac{4263 + 4802}{2} \\ &= 4532 RPM\end{aligned}$$

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pada Rancang Bangun Pemanfaatan *Car Radiator Motor* 4 Silinder 1500 CC 12 V Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif, dapat disimpulkan bahwa data hasil perhitungan dan pengujian pada keluaran *Car Radiator Motor* sebagai pembangkit listrik alternatif pada pengujian pertama memperoleh perhitungan rata-rata tegangan sebesar 16.75 V DC, rata-rata arus sebesar 0.42 A DC, dan rata-rata kecepatan putaran sebanyak 4263 RPM. Pada pengujian kedua memperoleh perhitungan rata-rata tegangan sebesar 19.27 V DC, rata-rata arus sebesar 0.37 A DC, dan rata-rata kecepatan putaran sebanyak 4802 RPM. Perhitungan dari pengujian pertama dan kedua memperoleh rata-rata tegangan sebesar 18.01 V DC, rata-rata arus sebesar 0.39 A DC, dan rata-rata kecepatan putaran sebanyak 4532 RPM

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima Kasih kepada Politeknik Negeri Medan melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M) yang telah mendanai penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Cendana, U. N. (2018). *MOTOR-MOTOR LISTRIK*. April.
- Faizal, A. (2015). *Perancangan Pengendali Kecepatan Motor DC Shunt Menggunakan Metode Sliding Mode Control ( SMC ) dan Proporsional Integral Derivative ( PID )*. November, 266–272.
- Farizy, A. F., & Asfani, D. A. (2016). Desain Sistem Monitoring State Of Charge Baterai Pada Charging Station Mobil Listrik Berbasis Fuzzy Logic Dengan Mempertimbangkan Temperature. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.16203>.
- Giyantara, A., Tjiang, R. S., & Subchan, S. (2019). Desain Inverter Satu Fasa 12V DC ke 220V AC Menggunakan Rangkaian H-Bridge MOSFET. *SPECTA Journal of Technology*, 3(1). <https://doi.org/10.35718/specta.v3i1.112>.
- Hakimah, Y. (2019). Analisis Kebutuhan Energi Listrik Danprediksi Penambahan Pembangkit Listrik Di Sumatera Selatan. *Desiminasi Teknologi*, 7(2).
- Hapsari, A., & Ardyanto, Y. D. (2014). Analisis Faktor yang Berhubungan dengan Penerapan Lock Out Tag Out (LOTO) pada Mekanik di Plant Department. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 3(1).
- Nalaprana, N., & Sri, A. (2015). Analisa Motor AC/DC sebagai Penggerak Mobil Listrik. *Skripsi. Jurusan Teknik Elektro: Fakultas Teknik ...*, 2(1), 28–34.
- Purwoto, B. H., Jatmiko, J., Fadilah, M. A., & Huda, I. F. (2018). Efisiensi Penggunaan Panel Surya sebagai Sumber Energi Alternatif. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 18(1). <https://doi.org/10.23917/emitor.v18i01.6251>.
- Sitompul, F. R., Amien, S., Bantu, P. K., & Kompon, P. (2014). Analisa Perbandingan Efisiensi Motor Dc Kompon Pendek Dengan Motor Dc Kompon Panjang Akibat Penambahan Kutub. *Singuda ENSIKOM*, 9(3).
- Tohir, T., & Yahya, S. (2014). Perancangan dan Pengujian Motor Induksi Tiga Fasa Menjadi Generator Magnet Permanen Satu Fasa Kecepatan Rendah. *Seminar Nasional Teknik Industri BKSTI 2014*, 10.