



## PROSEDUR PENGUBAHAN ALTERNATOR AUTOMOTIVE MENJADI GENERATOR AC SINKRON MAGNET PERMANEN 220 VAC

**Anggun Anugrah**

Institut Teknologi Padang, Padang

E-mail: [anggunanugrah@itp.ac.id](mailto:anggunanugrah@itp.ac.id)

---

### Informasi Artikel

**Diserahkan tanggal:**

24 Juni 2024

**Direvisi tanggal:**

10 Juli 2024

**Diterima tanggal:**

20 Juli 2024

**Dipublikasikan tanggal:**

31 Juli 2024

**Digital Object Identifier:**

10.21063/JTE.2024.31331301

---

### Abstrak

Artikel ini menyajikan prosedur perubahan alternator automotive 12Volt DC menjadi generator AC magnet permanen 220 Volt AC. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan sebuah generator AC dari barang yang sudah tidak terpakai lagi dengan memanfaatkan limbah bengkel-bengkel mobil. Dalam artikel ini proses perubahan tidak melalui simulasi karena tidak adanya alat ukur gauss meter. Jadi metode yang digunakan adalah pengujian secara eksperimen dengan melakukan perubahan dan penyesuaian secara langsung. Hasil perubahan memperlihatkan kinerja generator yang jauh dari kinerja alternator, namun generator ini berhasil untuk digunakan untuk beban bertegangan 220 volt dengan daya hanya 23 watt untuk satu phasanya.

**Kata kunci:** Alternator, generator, magnet permanen.



---

### 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi telah melahirkan berbagai perangkat elektronik yang membutuhkan pasokan listrik yang stabil. Namun, ketergantungan pada jaringan listrik utama seringkali menghadapi kendala, terutama di daerah-daerah terpencil atau saat terjadi pemadaman listrik. Sebagai solusi, generator listrik rumahan menjadi alternatif yang menarik. Penelitian ini mengeksplorasi kemungkinan pemanfaatan alternator mobil sebagai dasar pembuatan generator AC 220 volt untuk keperluan rumah tangga. Dengan biaya yang relatif terjangkau dan bahan baku yang mudah didapat, generator berbasis alternator ini diharapkan dapat memberikan kemandirian energi bagi masyarakat dan mengurangi beban pada jaringan listrik utama [1].

Penelitian ini berfokus pada modifikasi alternator mobil menjadi generator AC 220 volt sebagai solusi alternatif pembangkit listrik. Dengan mengubah konfigurasi dan komponen internal alternator, diharapkan dapat dihasilkan energi listrik AC bertegangan 220 volt yang dapat memenuhi kebutuhan listrik dalam skala kecil, seperti penerangan dan pengoperasian peralatan elektronik sederhana. Konversi alternator menjadi generator ini memiliki potensi untuk mengurangi ketergantungan pada jaringan listrik utama, terutama di daerah-daerah terpencil atau saat terjadi pemadaman listrik [2][3][4].

Melalui penelitian ini, nantinya bisa diuraikan tahapan-tahapan perubahan alternator automotive 12 volt menjadi generator AC magnet permanen 220 VAC. Selain itu juga diharapkan dapat diperoleh data empiris mengenai kinerja generator AC 220 volt hasil modifikasi alternator automotive tersebut. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisis efisiensi, biaya produksi, dan kelayakan teknis dari penggunaan generator ini sebagai sumber energi alternatif. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengembangan teknologi energi terbarukan yang lebih terjangkau dan ramah lingkungan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Alternator adalah komponen vital pada kendaraan bermotor yang berfungsi sebagai pembangkit listrik. Sederhananya, alternator mengubah energi mekanik dari putaran mesin menjadi energi listrik [1], [2], [5], [6]. Adapun bentuk fisik dari sebuah alternator dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.



**Gambar 1.** Penampakan sebuah alternator automotif 12 volt, 100A.

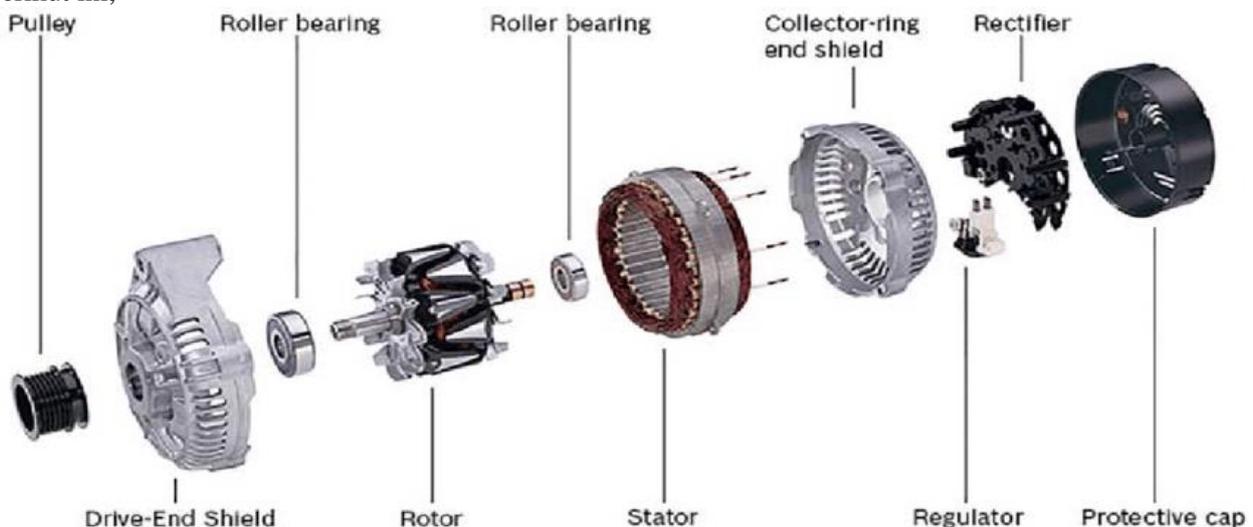
Listrik yang dihasilkan dari alternator ini kemudian digunakan untuk:

- **Mengisi baterai:** Saat mesin menyala, alternator akan mengisi ulang baterai yang telah digunakan untuk menghidupkan mesin [7].
- **Menyuplai kebutuhan listrik kendaraan:** Mulai dari lampu-lampu, sistem audio, AC, hingga berbagai komponen elektronik lainnya yang membutuhkan daya listrik[7].

### 2.1. Komponen-Komponen Alternator

Alternator mobil, sebagai generator AC yang menghasilkan arus listrik untuk sistem kelistrikan kendaraan, terdiri dari beberapa komponen utama yang saling berkaitan. Masing-masing komponen memiliki peran spesifik dalam proses konversi energi mekanik menjadi energi listrik. Pemahaman mendalam tentang komponen-komponen ini sangat penting untuk memahami cara kerja alternator secara keseluruhan [8].

Untuk lebih jelasnya, komponen-komponen dari alternator tersebut dapat dilihat dari gambar 2 berikut ini,



**Gambar 2.** Komponen-Komponen Penyusun Alternator

Adapun komponen utama dari sebuah alternator adalah sebagai berikut ini:

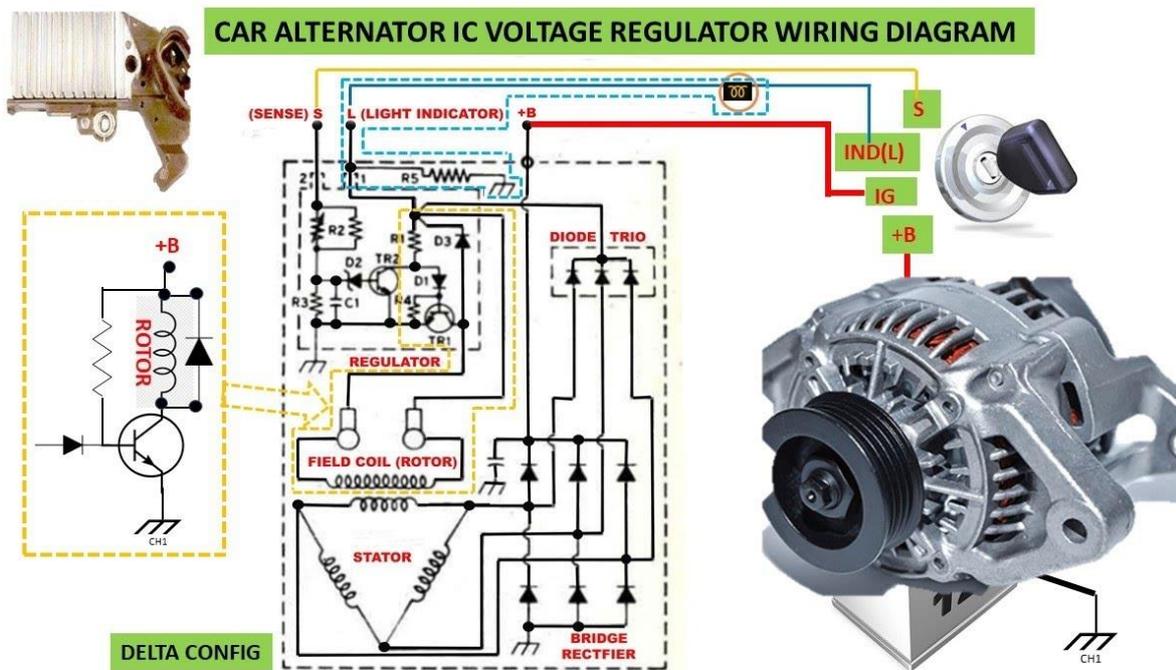
- **Rotor:** Bagian yang berputar dan menghasilkan medan magnet.
- **Stator:** Bagian yang diam dan terdapat kumparan kawat tempat arus listrik diinduksi.

- **Diode Rectifier:** Merubah arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC) yang dapat digunakan oleh baterai.
- **Regulator tegangan:** Mengatur besar kecilnya tegangan yang dihasilkan alternator agar sesuai dengan kebutuhan sistem kelistrikan kendaraan.

**2.2. Cara Kerja Alternator**

Secara garis besar, alternator bekerja dengan prinsip induksi elektromagnetik. Ketika poros alternator berputar (digerakkan oleh mesin), medan magnet pada rotor alternator tercipta dengan mengalirinya kumparan pada rotor dengan arus searah melalui sikat arang, medan-medan magnet tersebut kemudian akan memotong kawat-kawat kumparan pada stator. Proses pemotongan ini akan menghasilkan gaya gerak listrik (ggl) dimana ggl ini masih dalam bentuk arus bolak balik. Dengan menghubungkan terminal-terminal kumparan ini dengan diode penyearah maka akan dihasilkan arus listrik yang searah [9].

Tegangan listrik DC yang dihasilkan ini bisa turun jika disambungkan ke beban nantinya, untuk mengatasi hal tersebut maka sebelum diteruskan ke terminal keluaran alternator, output hasil penyearahan tadi di teruskan ke IC regulator tegangan. Selain menstabilkan tegangan keluaran alternator, IC regulator juga berfungsi untuk mengontrol arus ke koil medan magnet di rotor untuk menaikkan medan magnet jika terjadi drop tegangan saat alternator diberi beban, dan menjaga output alternator pada tegangan 14 volt DC[10].



**Gambar 3.** Diagram Pengkabelan IC Regulator Tegangan Alternator

**3. METODE PENELITIAN**

Setelah dipahami bahwa alternator automotive merupakan sebuah generator AC yang dirancang untuk menghasilkan tegangan output DC yang stabil untuk pengisian baterai dan mensuplai listrik untuk beban-beban DC pada kendaraan, maka untuk menjadikan alternator automotive ini sebagai generator AC yang memiliki tegangan AC 220 volt perlu dilakukan modifikasi yang cukup mendasar [11][12].

**3.1. Persiapan**

- **Pemilihan Alternator :** Pilih alternator mobil yang memiliki desain stator standar, hindarilah untuk memilih desain stator tipe hairpin. Stator standar akan mudah untuk dilakukan perubahan lilitannya. Sedangkan stator hairpin akan sangat sulit, hal ini disebabkan oleh sulitnya membuat jumlah lilitan yang banyak karena dibutuhkan alat khusus untuk bisa membuat lilitannya pada stator tersebut. Untuk bisa membedakan mana stator standar dan mana stator hairpin, dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



**Gambar 4.** Tipe Stator Alternator Automotive, (a) Tipe standar, (b) Tipe Hairpin

- **Peralatan dan Bahan :** Siapkan peralatan dan bahan yang diperlukan, seperti:
  - Alat ukur (multimeter, *tachometer*, *gauss* meter),
  - Alat potong dan las (alat bantu membuat kerangka dan kedudukan generator)
  - Kawat tembaga dengan ukuran sesuai
  - Magnet Permanen (disarankan magnet Neodymium N52)
  - Poros (sumbu rotor)
  - Resin
  - Terminal kabel
  - *Heat Shrink Tube*
  - *Hot Gun Glue*
  - *Prime Mover* (Penggerak Motor)

Dalam penelitian ini, tidak ada alat ukur *gauss* meter untuk mengukur densitas magnet dari magnet permanen neodymium. Sehingga untuk menentukan jumlah lilitan agar diperoleh tegangan yang dikehendaki tidak bisa melalui perhitungan

### 3.2. Pembongkaran Kumbaran Lama

Bongkar alternator dengan hati-hati. Alternator yang akan kita gunakan adalah alternator standar. Dengan membongkar kumbaran lama, maka kumbaran baru dapat kita buat dan pasang pada core alternator tersebut nantinya. Berikut adalah penampakan core alternator yang kumbaran lilitan sudah dibongkar (tanpa lilitan).



**Gambar 5.** Penampakan Core (inti besi) dari alternator automotive tipe standar.

**3.3. Pembuatan Rotor Magnet Permanen**

Setelah berhasil membongkar kumparan alternator lama, dilanjutkan dengan mengukur diameter dalamnya. Diameter dalam ini akan menentukan diameter rotor magnet permanen yang akan kita buat, dimana

Diameter Dalam Stator (iDs) = 100 mm

Celah udara (Ag) = 1 mm

Maka:

Diamter Luar Rotor (oDr) = iDs - 2·Ag  
 = 100 mm - (2·1 mm)  
 = 98 mm

Setelah Diameter Luar Rotor diketahui, dilanjutkan dengan penyusunan sebaran magnet permanen secara simetris. Oleh karena rotor alternator yang lama terdiri dari 12 kutub, dan jumlah slot dari core alternator ada 36 buah slot, maka rotor magnet permanen ini tidak perlu diubah jumlah kutubnya. Artinya peneliti hanya perlu menyusunya sedemikian rupa sesuai dengan dimensi magnet yang akan di pasang pada rotor. Untuk penelitian ini, ukuran magnet permanennya adalah 60mm×20mm×5mm. Adapun gambar susunan magnet permanen tersebut di dalam rotor bisa dilihat pada gambar berikut ini.



**Gambar 6.** Rotor Magnet Permanen untuk alternator modifikasi

**3.4. Pemasangan Kumparan Baru**

Untuk menentukan jumlah lilitan pada kumparan baru, hal pertama yang kita lakukan adalah menentukan berapakah tegangan yang dihasilkan untuk satu kumparan dengan jumlah lilitan 100 lilitan pada frekuensi 50 Hz. Disini jumlah kutub generator ada 12 buah, dan untuk kecepatan putaran generatornya agar bisa menghasilkan frekuensi adalah di 500 rpm. Dari hasil pengujian tanpa beban 100 lilitan untuk satu kumparan diperoleh tegangan keluaran generator sebesar 8 volt. Berarti jumlah lilitan yang dibutuhkan untuk mendapatkan tegangan 1 voltnya adalah

$$\frac{100 \text{ lilitan}}{8 \text{ volt}} = 12,5 \text{ lilitan /volt}$$

**Perhitungan 1**

Kemudian kita menghendaki output generator bisa bekerja pada tegangan 220 volt saat di bebani. Dengan menseting besarnya tegangan yang drop saat pembebanan sebesar 12%, maka nilai tegangan tanpa beban yang akan kita tuju bisa kita hitung sebagai berikut:

$$\frac{220 \text{ volt}}{100\% - 12\%} = 250 \text{ volt}$$

**Perhitungan 2**

Setelah mendapatkan nilai setingan tegangan generator tanpa beban, maka langkah penentuan jumlah lilitannya bisa dilakukan melalui perhitungan berikut ini

$$12,5 \frac{\text{lilitan}}{\text{volt}} \times 250 \text{ volt} = 3125 \text{ lilitan}$$

**Perhitungan 3**

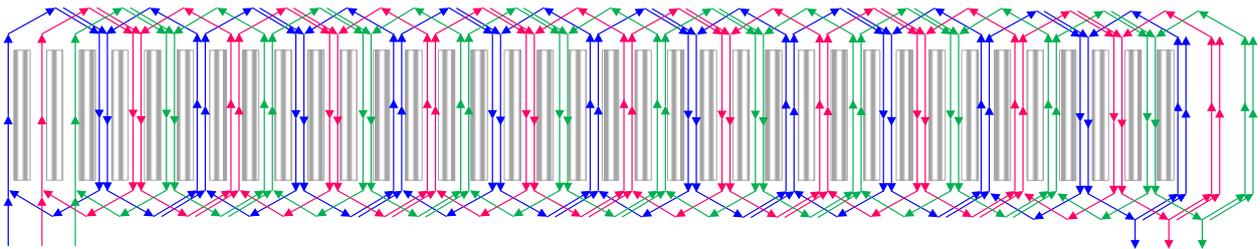
Jumlah lilitan sebanyak 3125 lilitan inilah yang akan kita sebar dalam 12 buah kumparan. Sehingga untuk satu kumparannya kita akan menyediakan lilitan sebanyak

$$\frac{3125 \text{ lilitan}}{12} = 260,41 \text{ lilitan}$$

**Perhitungan 4**

Adapun jumlah lilitan yang bisa direalisasikan ternyata tidak bisa sebanyak 260 lilitan, hal ini disebabkan oleh ukuran slot dari core alternator yang kecil sehingga tidak bisa memuat lilitan lebih dari yang diinginkan. Hasil akhir jumlah lilitan yang mungkin masuk pas di slot core alternator adalah sebanyak 250 lilitan dengan ukuran diameter coil yang dipakai adalah 0,2mm.

Untuk susunan kumparan dan arah lilitannya dibuat selang seling karena kutub magnet yang bergantian dari Utara ke Selatan, dan kita menghubungkan secara seri ke-dua belas kumparan tersebut agar memperoleh tegangan keluaran tanpa beban di atas 250 volt. Untuk lebih jelasnya susunan dan arah lilitan disajikan dalam gambar berikut ini



**Gambar 7.** Susunan dan arah lilitan kumparan stator untuk core alternator 36 slot, dimana jumlah lilitan per kumparan adalah 250 lilitan.

Gambar 7 di atas, ukuran memperlihatkan bagaimana susunan dari lilitan-lilitan kumparan stator untuk fasa R, S dan T. Bentuk susunan ini sama dengan bentuk susunan lilitan alternator automotive sebelum dilakukan perubahan. Jadi, lilitannya mengikuti lilitan sebelumnya, hanya ukuran kawat coilnya di ubah menjadi lebih kecil agar jumlah lilitan yang sebelumnya 8 buah lilitan per satu kumparan, dijadikan 250 lilitan. Dalam proses perubahan ini, akan di uji terlebih dahulu hanya untuk satu fasa.

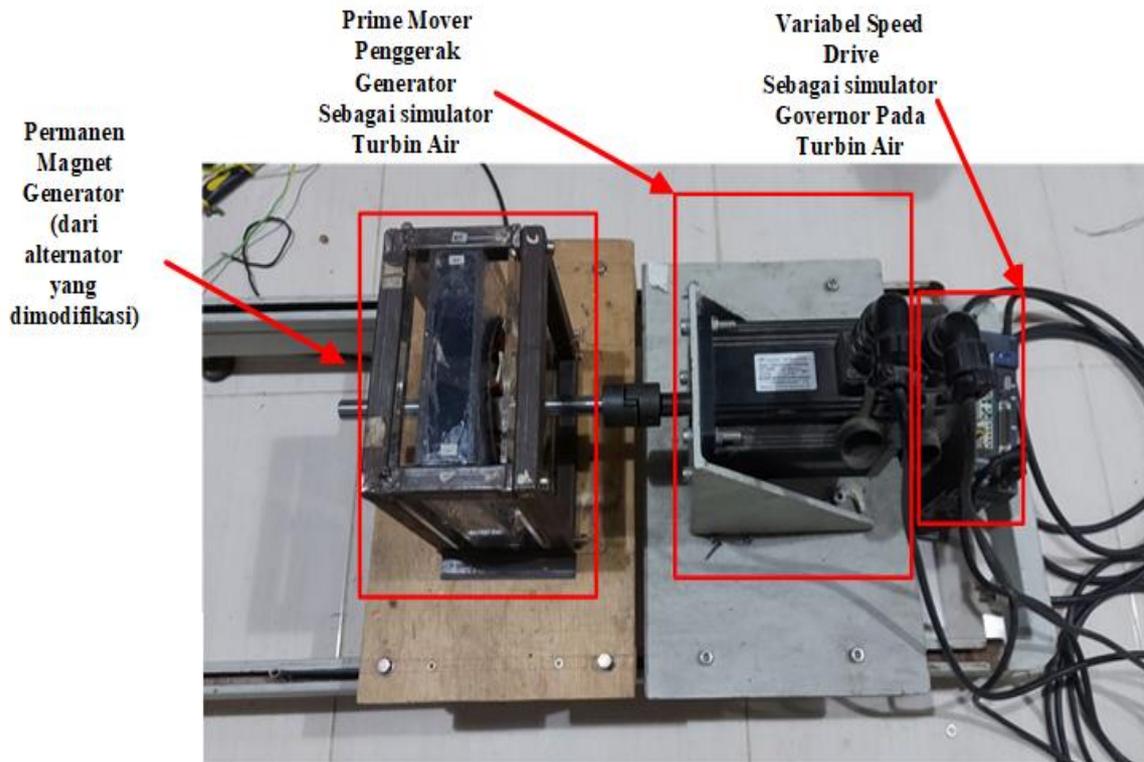
Adapun bentuk generatornya magnet permanennya yang diubah kumparan stator dan rotornya dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 8.** Generator Magnet Permanen 1 Fasa Hasil Modifikasi Alternator

Generator tersebut masih dalam bentuk 1 fasa. Jika hasil pengujian satu fasa ini cukup baik, maka untuk pengembangan selanjutnya menjadi tiga fasa bisa dikatakan layak untuk diteruskan, namun jika hasilnya kurang memuaskan, maka bisa dilakukan perbaikan dahulu, setelah ok baru dijadikan dalam bentuk tiga fasa.

**3.5. Pengujian dan Analisa**



**Gambar 9.** Rangkaian Generator Magnet Permanen dengan Prime Mover dan VSD-nya

Berikut ini adalah data-data hasil pengujian generator dari alternator automotive 12 volt yang di ubah suai ke tegangan 220 volt.

No	Kecepatan Putaran Generator (Rpm)	Frekuensi Output Generator (Hz)	Tegangan Output dari 1 buah kumparan dengan jumlah lilitan 100 dalam keadaan tanpa beban (volt)
1.	100	10	1,5
2.	200	20	3
3.	300	30	4,7
4.	400	40	6,4
5.	500	50	8
6.	600	60	9,7

**Tabel 1.** Hasil Pengujian 1 buah kumparan dengan jumlah lilitan 100 buah pada berbagai frekuensi dalam keadaan tanpa beban.

Untuk pengujian kumparan tunggal dengan jumlah lilitan 100 buah, dapat kita lihat pada gambar 8, semakin tinggi kecepatan maka tegangan output kumparan tersebut juga akan semakin tinggi. Tampak juga bahwa ketika generator diputar pada kecepatan 500 Rpm, akan diperoleh frekuensi listrik yang persis sama dengan frekuensi listrik PLN yaitu 50 Hz dengan tegangan 8 volt dengan kondisi belum dipasang beban.



**Gambar 10.** Tegangan Keluaran Kumbaran Tunggal versus Kecepatan Putaran Generator

Selanjutnya, seperti yang bisa kita lihat pada perhitungan 1, untuk tegangan 1 volt dengan frekuensi 50 Hz dari 12 buah magnet permanen neodymium yang kita gunakan sebagai kutub-kutub magnet, diperlukan jumlah lilitan sebanyak 12,5 lilitan.

Jadi tanpa menggunakan tesla meter atau gauss meter, kita dapat menghitung berapa jumlah lilitan yang diperlukan untuk menghasilkan tegangan tertentu yang kita inginkan, jika langkah diatas sudah dilakukan. Dalam penelitian ini, target tegangan satu phasa untuk beban diset pada tegangan standar 220 volt, sehingga tegangan tanpa bebannya kita set lebih tinggi dimana tegangan yang drop sekitar 40%, yaitu 250 volt.

Dari perhitungan 2, diperoleh jumlah lilitan yang diperlukan per phasanya adalah 3125 lilitan. Dimana jumlah lilitan per satu kumbarannya dari 12 buah kumbaran sesuai perhitungan 3, yaitu 260 lilitan. Pada prakteknya, jumlah lilitan yang memungkinkan adalah 250 lilitan.

No	Kecepatan Putaran Generator (Rpm)	Frekuensi Output Generator (Hz)	Tegangan Output untuk 1 phasa 12 buah kumbaran dalam keadaan tanpa beban (volt)
1.	100	10	50
2.	200	20	100
3.	300	30	150
4.	400	40	201
5.	500	50	253
6.	600	60	307

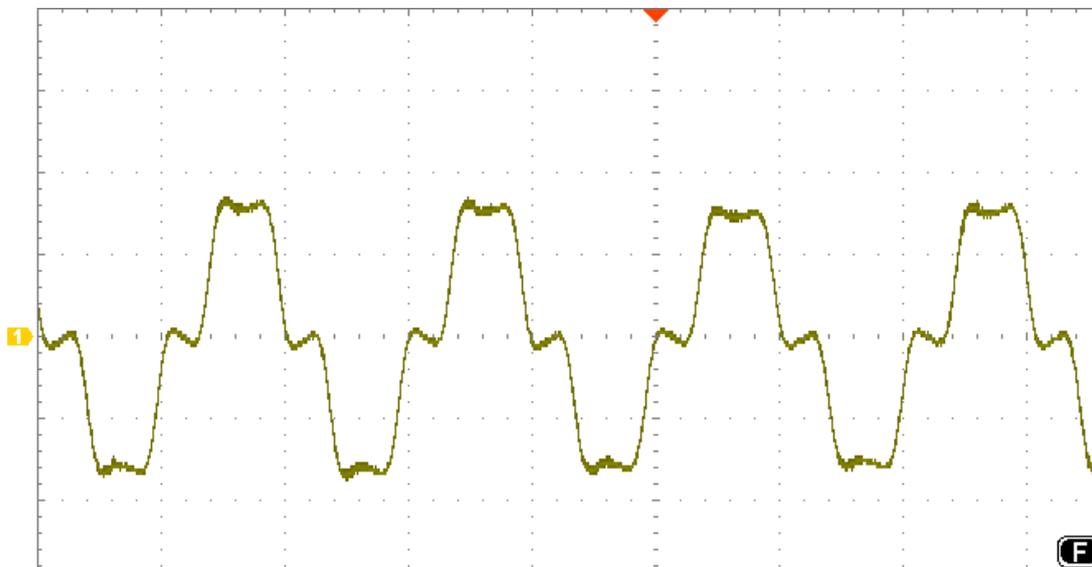
**Tabel 2.** Hasil Pengujian kumbaran 1 Phasa dengan jumlah lilitan 250 per kumbaran yang terhubung secara seri dengan variasi berbagai frekuensi dalam keadaan tanpa beban.

Hasil pengujian menunjukkan tegangan keluaran yang lebih tinggi dari perhitungan, dimana pada perhitungan kita menggunakan jumlah lilitan 260 buah lilitan untuk mendapatkan tegangan 250 volt, sedangkan pada prakteknya jumlah lilitan kurang 10 lilitan dari yang diajukan pada perhitungan, akan tetapi tegangan yang dicapai bisa lebih 3 volt dari perhitungan, yaitu di 253 volt.



**Gambar 11.** Tegangan Keluaran Kumaran Satu Phasa versus Kecepatan Putaran Generator

Jadi generator dari alternator yang dimodifikasi kumparan statornya dan rotornya yang diganti dengan magnet permanen neodmium, ternyata bisa di dapat tegangan keluaran tanpa beban sebesar 250 volt lebih dengan frekuensi listriknya ada di 50 Hz. Adapun bentuk tegangan keluarannya bisa dilihat pada osiloskop, seperti pada gambar berikut ini



**Gambar 12.** Bentuk tegangan keluaran satu phasa dari generator hasil modifikasi alternator

Bentuk tegangan keluaran generator tidak murni sinusoidal. Hal ini disebabkan oleh perbandingan ukuran dimensi magnet permanen yang digunakan tidak bisa menutupi luas area permukaan dari kumparan. Pada area kumparan terdapat 2 buah *teeth* (gigi slot) yang tidak bisa disapu magnet permanen secara serentak. Gigi slot tersebut disapu medan magnet secara bergantian, sehingga memunculkan dua buah puncak tegangan dan dua buah gundukan tegangan yang tercipta sesaat sebelum tegangan naik ke puncak dan sesaat sesudah tegangan turun dari puncak seperti yang ditunjukkan gambar.

Adapun pengujian generator magnet permanen hasil modifikasi alternator ini, dilakukan untuk pembebanan pada satu phasanya saat tegangan keluaran generator memiliki frekuensi 50 Hz, dimana data-data yang diperoleh sebagai berikut

Frekuensi Tegangan Output	Variasi beban (watt)				
	50 Hz	0 watt	18 watt	23 watt	28 watt
253 volt		238 volt	220 volt	203 volt	191 volt

**Tabel 3.** Pengujian Generator Hasil Modifikasi

Jadi dari hasil pengujian, terlihat bahwa generator magnet permanen tersebut tidak dapat mempertahankan tegangannya. Hal ini sangat jelas bisa terjadi karena magnet rotor tidak dapat diperkuat ketika tegangan turun waktu diberi beban. Dari pengujian jelas bahwa generator ini bisa bekerja di tegangan nominal 220 volt jika beban satu phasanya 23 watt. Jika generator ini di jadikan tiga fasa dengan jumlah lilitan dan ukuran diameter koil yang sama untuk kumparan-kumparan fasa S dan T, maka daya generator ini untuk tiga fasa adalah  $3 \times 23 \text{ watt} = 69 \text{ watt}$ .

#### 4. KESIMPULAN

Dari penelitian ini bisa disimpulkan bahwa proses perubahan alternator automotive 12 volt menjadi generator AC magnet permanen 220 volt bisa dilakukan melalui beberapa tahapan tanpa melalui simulasi menggunakan software karena ketiadaan alat ukur gauss meter untuk menetapkan nilai-nilai parameter pada model simulasi. Tahapan-tahapan tersebut diantaranya adalah:

- Pemilihan alternator automotive yang tipe standar
- Pembongkaran alternator untuk mengubah ukuran kawat lilitan kumparan stator, serta mengubah rotor dari pakai sikat arang menjadi tanpa sikat arang menggunakan magnet permanen.
- Lakukan pengujian pada satu kumparan tunggal dengan jumlah lilitan tertentu untuk menemukan jumlah lilitan yang diperlukan untuk 1 volt tegangan output.
- Tentukan persentase drop tegangan pada generator rancangan hasil modifikasi jika diberi beban penuh, pada penelitian ini di set di 12 %.
- Tentukan nilai maksimal tegangan keluaran generator saat tanpa beban.
- Lakukan penghitungan jumlah lilitan yang dibutuhkan untuk mendapatkan nilai tegangan keluaran maksimal tanpa beban.
- Bagi rata jumlah total lilitan yang dibutuhkan tersebut untuk masing-masing kumparan.
- Selanjutnya membuat lilitan kumparan sesuai hasil perhitungan kemudian memasangnya pada stator.
- Lakukan pengujian generator tanpa beban dengan memasang rotor magnet permanennya dan variasikan frekuensi keluaran generator dengan memvariasikan kecepatan putaran poros generatormya.
- Selanjutnya uji coba generator tersebut dengan memberikan beban.
- Jika semua tahapan di atas berhasil dilakukan, maka untuk kumparan fasa-fasa generator berikutnya tinggal mengulangi langkah atau tahapan yang sama seperti sebelumnya.

Untuk kinerja generator ini, daya yang bisa diserap dari generator ini tidak bisa sebesar saat alternator automotive ini belum di ubah. Sebelum di ubah, alternator ini memiliki kemampuan daya output 1200 VA. Setelah diubah daya output yang bisa dihasilkan tidak lebih dari 100 VA.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Syafutra Lubis, M. Gapy, and J. Teknik Elektro Dan Komputer, "Pemanfaatan Alternator Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)," *KITEKTRO J. Online Tek. Elektro*, vol. 4, no. 4, pp. 19–24, 2019.
- [2] Y. Yunus, L. Subekti, Y. Yunus STTN BATAN, T. Nuklir, and I. Sihana, "Modifikasi Alternator Mobil Menjadi Generator 3 Fasa 220 V 600 RPM," 2012.

- [3] S. Lubis, “Analisa Tegangan Keluaran Alternator Mobil Sebagai Pembangkit Energi Alternatif,” *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 44–47, Jul. 2018.
- [4] A. Anugrah, “Analisa Perancangan Buck Converter Dengan Ground Terpisah (Iso-Buck) Menggunakan Matlab-Simulink Untuk Aplikasi Konverter Daya Multilevel,” *J. Tek. Elektro ITP*, vol. 8, no. 1, pp. 40–44, 2019, doi: 10.21063/jte.2019.3133808.
- [5] M. R. Faiz and H. Afandi, “Modifikasi Alternator Mobil Menjadi Generator Sinkron 3 Fasa Penguat Luar 220V/380V, 50Hz,” *TEKNO*, vol. 19, no. 1, pp. 68–76, 2013.
- [6] S. Lubis, “Rancang Bangun Alternator Mobil Sebagai Pembangkit Energi Listrik Alternatif,” *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 2, pp. 77–81, 2019.
- [7] M. Fahmy and T. Tohir, “Modifikasi dan Pengujian Alternator Mobil 400watt menjadi Motor BLDC,” in *The 13th Industrial Research Workshop and National Seminar*, Bandung, 2022, pp. 284–289.
- [8] J. L. Nababan and T. Shantika, “Modifikasi dan Pengujian Alternator Menjadi Brushless DC Motor,” in *Seminar Nasional-XIX Rekaya dan Aplikasi Teknik Mesin di Industri*, 2020, pp. 19–24.
- [9] A. Tranggono Agus Salim, E. Darmawan, Y. Ahdiat Fakhruddin, I. Siregar, M. Anhar Pulungan, and T. Daus Salamoni, “Modifikasi Alternator dan Sistem Kelistrikan Untuk Peningkatan Daya Listrik Sepeda Motor 125 cc,” *JETM J. Energi dan Teknol. Manufaktur*, vol. 02, no. 02, pp. 31–36, Dec. 2019, [Online]. Available: <http://jetm.polinema.ac.id/>
- [10] I. D. . Okariawan, I. K. Wiratama, A. Zainuri, I. M. Mara, and N. Kaliwantoro, “Pengenalan Produk Modifikasi Mesin Ketinting Dengan Penambahan Alternator Kepada Nelayan Tradisional,” *J. Karya Pengabdian*, vol. 6, no. 1, pp. 2655–8068, Apr. 2024.
- [11] S. Lubis, F. Lubis, and D. P. Harahap, “PLTB Sebagai Alternatif Energi Baru Terbarukan,” *Lhokseumawe*, Oct. 2019.
- [12] N. Noverdi, E. Sunitra, T. Mesin, P. Negeri, P. Eka, and S. A. Id, “Pengujian Alat Modifikasi Alternator Mobil Menjadi Listrik Rumah,” *J. Tek. Mesin*, vol. 11, no. 1, pp. 28–32, 2018, [Online]. Available: <http://ejournal2.pnp.ac.id/index.php/jtm>