

PEMANFAATAN MAGNET NdFe PADA ALTERNATOR MOBIL

Andreas Pangkung¹⁾, Marhatang²⁾

¹⁾Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin, PNUP

²⁾Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin, PNUP

ABSTRAK

Sistem tenaga listrik merupakan salah satu sumber listrik yang terdapat pada kendaraan berfungsi untuk starter dan komponen listrik kendaraan. Baterai (aki) menjadi sumber listrik untuk memenuhi sistem kelistrikan pada mobil, namun baterai hanya sebagai tempat penyimpanan muatan listrik. Maka dari itu, terdapat alternator sebagai pembangkit listrik untuk mengisi baterai. Alternator pada mobil menggunakan magnet buatan pada rotornya yang masih membutuhkan eksitasi. Oleh karena itu, mendorong penulis untuk menganalisis perbandingan alternator menggunakan magnet permanen dan magnet buatan. Permasalahan yang timbul adalah bagaimana perbandingan putaran, tegangan, dan daya output pada alternator menggunakan magnet permanen dan magnet buatan. Tujuan penelitian ini ialah untuk mengetahui perbandingan daya output terbangkit pada alternator menggunakan magnet permanen dan magnet buatan. Metode Penelitian dan Pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan didapatkan, pada putaran yang sama alternator dengan magnet permanen membangkitkan daya output lebih besar daripada magnet buatan. Akan tetapi, pada putaran yang sama motor membutuhkan daya input yang lebih besar untuk memutar alternator saat menggunakan magnet permanen. Ketika tegangan output alternator sama, putaran pada alternator menggunakan magnet permanen lebih rendah.

Kata kunci : Alternator, Magnet permanen, Magnet buatan

I. PENDAHULUAN

Sistem tenaga listrik merupakan salah satu sumber listrik yang terdapat pada kendaraan. Setiap kendaraan selalu membutuhkan tenaga listrik seperti saat kendaraan distarter dan saat menggunakan peralatan bantu lainnya pada mobil yang menggunakan energi listrik tidak dapat difungsikan. Oleh karena itu di dalam mobil dibutuhkan suatu sistem yang dapat memenuhi fungsi dari sistem kelistrikan pada mobil yaitu komponen berupa *battery* atau aki, sehingga dapat menyuplai arus pada komponen-komponen yang membutuhkan listrik. Dalam hal ini karena *battery* hanya merupakan tempat penyimpanan energi listrik. Untuk itu, dalam sistem pengisian dilengkapi dengan suatu alternator yang berfungsi untuk menghasilkan sumber listrik yang digerakkan oleh *V - belt*. Jika penggunaan tenaga listrik dilakukan secara terus menerus tanpa dilakukan pengisian kembali, dapat dipastikan kemampuan *battery* akan menurun atau tegangan menjadi lemah. Oleh karena itu, sistem pengisian sangat dibutuhkan pada setiap kendaraan, dengan maksud mengembalikan kapasitas *battery* pada kondisi *full charge* disamping harus menggantikan fungsi *battery* selama mesin hidup.

Sistem pengisian mempunyai beberapa tipe, yaitu sistem pengisian tipe titik kontak atau yang biasa disebut dengan tipe mekanik dan sistem pengisian dengan menggunakan IC regulator. Kedua tipe tersebut mempunyai prinsip dasar yang sama, akan tetapi mempunyai beberapa perbedaan dalam segi komponen dan rangkaian kelistrikan. Perbedaan pokok bahwa regulator IC pemutusan arus dilakukan oleh IC, sedangkan pada tipe titik kontak atau mekanik dilakukan oleh relay. Berikut adalah kelebihan dari sistem pengisian dengan menggunakan IC regulator:

Alternator pada kendaraan umumnya menggunakan magnet buatan, dimana membutuhkan sumber listrik sebagai pemberian arus listrik untuk membuat kutub magnet pada alternator (eksitasi). Ketika *battery* kendaraan habis, maka dibutuhkan suplai dari luar sebagai eksitasi pada alternator. Saat alternator tidak mendapatkan suplai dari luar, sistem pengisian tidak akan berfungsi. Hal ini akan membuat sistem kelistrikan pada kendaraan tidak dapat digunakan. Oleh karena itu, dalam hal ini mendorong penulis untuk menganalisis perbandingan alternator menggunakan magnet buatan dan magnet permanen.

Pada alternator mobil daya terbangkit berubah-ubah, hal ini disebabkan putaran pada mesin tidak konstan. Oleh karena itu daya yang dibangkitkan itu harus dapat diredam, maka dari itu alternator mempunyai konstruksi yang sederhana, dan selain itu terdapat beberapa kelebihan bila dibandingkan dengan dynamo. Kelebihan pada alternator ialah tidak terdapat bunga api antara sikat-sikat dan *slip ring*, disebabkan tidak terdapat komutator yang dapat menyebabkan sikat menjadi aus. Rotornya lebih ringan dan tahan terhadap

¹ Korespondensi penulis: Andreas Pangkung, Telp. 081342693776, andreaspangkung@gmail.com

putaran tinggi, dan *silicon diode*(*rectifier*) mempunyai sifat pengarahan arus, serta dapat mencegah kembalinya arus dari baterai ke alternator. Untuk mencegah kesalahpahaman, sebenarnya generator arus bolak – balik menghasilkan arus searah seperti dynamo arus searah dengan mempergunakan beberapa dioda. Disini alternator dapat disamakan dengan generator arus bolak-balik. Seperti terlihat pada gambar 1, pada saat magnet digerakan dekat kumparan akan timbul gaya electromagnet pada kumparan. Arah tegangan yang dibangkitkan pada saat magnet bergerak mendekat atau menjauhi kumparan jugaberlawanan. Besarnya tegangan yang akan dibangkitkan akan meningkat sesuai dengan meningkatnya gaya magnet dan kecepatan gerak magnet.

II. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dan pengambilan data dilakukan di Laboratorium Pembangkit Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, dilakukan pada bulan April 2019.

B. Alat dan Bahan

1. Alternator



Gambar 2.1 Alternator

Baterai	Volume elektroit	1.25 sampai 1.29 pada 20°C (68°F)
	Voltase	24.0 sampai 25.0 V pada 20°C (68°F)
Sirkuit pengisian tanpa beban	Arus	10 A atau kurang
	Voltase	27.5 sampai 28.5 V
Sirkuit pengisian dengan beban	Arus	30 A atau lebih
Brush holder generator assembly	Panjang brush yang kelihatan	Standar 21.0 mm (0.827 in.)
		Minimum 7.0 mm (0.276 in.)
Generator rotor assembly	Tahanan	Open circuit 12.5 Ω pada 20°C (68°F)
		Masa 1 MΩ atau lebih tinggi
	Diameter slip ring	Standar 34.5 mm (1.358 in.)
		Minimum 33.5 mm (1.319 in.)

Gambar 2.2 Name plate alternator

1. Rotor

Rotor yang digunakan menggunakan magnet buatan dan magnet permanen sebagai perbandingan.

2. Tachometer

Tachometer merupakan alat yang digunakan untuk mengukur besarnya putaran yang terjadi pada poros. Alat ini juga dibaca pada tampilan digital dan analog.

3. Multimeter

Multimeter merupakan alat yang digunakan untuk mengukur besarnya tegangan, arus, daya, dan tahanan ketika pengujian.

4. Motor Listrik

Motor listrik merupakan alat sebagai penggerak alternator pada pengujian dengan cara meng-couple, motor listrik yang digunakan adalah motor listrik *dc*.

5. Regulator

Regulator digunakan untuk mengatur tegangan dari *power supply*, regulator yang digunakan adalah regulator 3 *phase*.

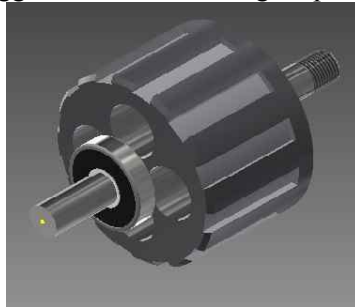
B. Langkah-langkah Pengujian

Langkah-langkah pengujian pada analisis alternator menggunakan magnet permanen dan magnet buatan terbagi dua, yaitu :

1. Perancangan Mekanik

a) Rotor dengan magnet permanen

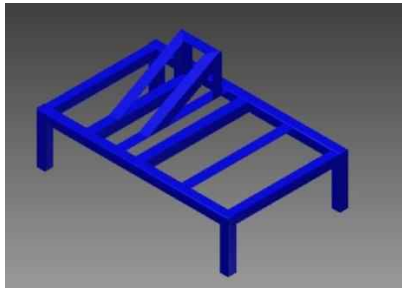
Pada perancangan dilakukan penambahan rotor dengan ukuran yang sama dengan ukuran rotor asli pada alternator yang digunakan, dengan menggunakan 12 buah magnet permanen yang dipasang pada setiap sudu.



Gambar 2.8 Rotor dengan magnet permanen

b) Rangka alternator dan motor

Pada perancangan dibuat rangka sebagai rumah alternator dan motor agar motor dapat dihubungkan dengan alternator menggunakan *v-belt*.



Gambar 2.9 Rangka alternator dan motor penggerak

2. Pengujian

a) Persiapan Sebelum Pengujian

- Periksa kelayakan setiap komponen yang akan digunakan.
- Menghubungkan motor listrik dengan alternator yang menggunakan magnet buatan.
- Merangkai rangkaian alat ukur untuk pembacaan tegangan dan arus.

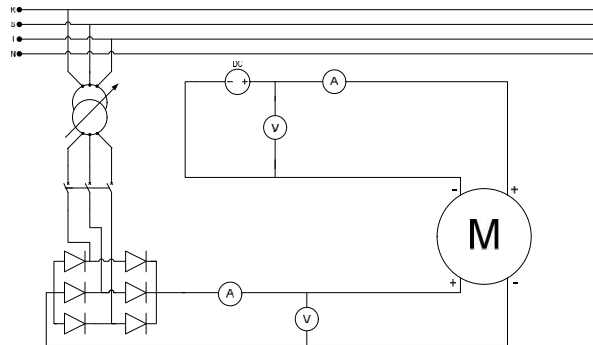
b) Prosedur pengujian

- *ON*-kan MCB pada *power supply*.
- Naikkan tegangan menggunakan regulator hingga mencapai putaran pada motor listrik sebesar 500 rpm.
- Mencatat tegangan dan arus *input* motor, *input* alternator (pada magnet buatan), dan *output* alternator.
- Naikkan tegangan hingga mencapai putaran 1000 rpm.

- Mencatat tegangan dan arus *input* motor, *input* alternator (pada magnet buatan), dan *output* alternator.
- Dilakukan seterusnya secara berulang hingga mencapai putaran 3000 rpm pada motor listrik.
- Menurunkan tegangan hingga mencapai batas minimum (0 Volt)
- *OFF*-kan MCB pada *power supply*.
- Mengganti rotor pada alternator dengan rotor yang menggunakan magnet permanen.
- *ON*-kan MCB pada *power supply*.
- Melakukan kembali percobaan kedua hingga percobaan keenam
- Menurunkan tegangan hingga mencapai batas minimum (0 Volt)
- *OFF*-kan MCB pada *power supply*.

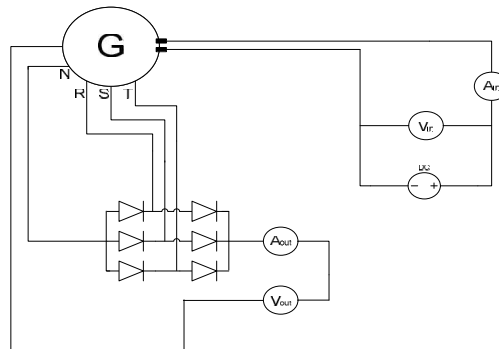
3. Diagram Rangkaian

a) Rangkaian motor penggerak



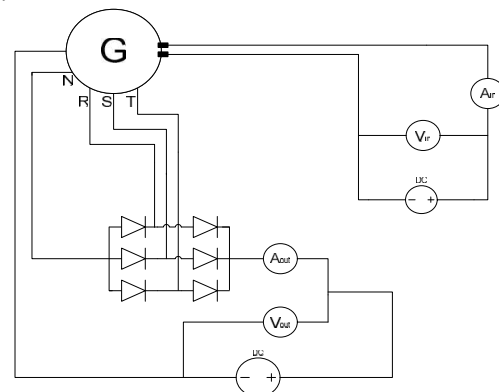
Gambar 2.10 Diagram rangkaian motor penggerak

b) Rangkaian alternator tanpa beban



Gambar 2.11 Diagram rangkaian alternator tanpa beban

c) Rangkaian alternator berbeban



Gambar 2.12 Diagram rangkaian alternator berbeban

C. Teknik Analisis Data

Pada penelitian tugas akhir ini harus terdapat rancangan penelitian, sehingga mempermudah peneliti bagaimana penelitian ini akan dilakukan. Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan. Metode Penelitian dan Pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Pengujian menggunakan magnet permanen tanpa beban

Dari data yang diperoleh dapat dianalisis daya output alternator pada putaran 500 rpm hingga putaran 2500 rpm. Sebagai contoh, diambil data pertama dari tabel hasil analisis data menggunakan magnet permanen tanpa beban pada lampiran 1.

- Pada motor dc

$$P_{M\ in} = V_{M\ in} \times I_{M\ in}$$

$$= 18\ V \times 6.4\ A$$

$$P_{M\ in} = 115.2\ W$$
- Pada alternator

$$P_{A\ out} = V_{A\ out} \times I_{A\ out}$$

$$= 8\ V \times 0\ A$$

$$P_{A\ out} = 0\ W$$

Dengan cara yang sama diperoleh hasil analisis dari data yang lain, dapat dilihat pada lampiran 1.

2. Pengujian menggunakan magnet permanen berbeban

Dari data yang diperoleh dapat dianalisis daya output alternator pada putaran 500 rpm hingga putaran 2500 rpm. Sebagai contoh, diambil data pertama dari tabel hasil analisis data menggunakan magnet permanen tanpa beban pada lampiran 1.

- Pada motor dc

$$P_{M\ in} = V_{M\ in} \times I_{M\ in}$$

$$= 18\ V \times 6.6\ A$$

$$P_{M\ in} = 118.8\ W$$
- Efisiensi

$$\eta = (P_{A\ out} / P_{M\ in}) \times 100\%$$

$$= (24\ W / 118.8\ W) \times 100\%$$

$$\eta = 20.20\%$$
- Pada alternator

$$P_{A\ out} = V_{A\ out} \times I_{A\ out}$$

$$= 12\ V \times 2\ A$$

$$P_{A\ out} = 24\ W$$

Dengan cara yang sama diperoleh hasil analisis dari data yang lain, dapat dilihat pada lampiran 1.

3. Pengujian menggunakan magnet buatan tanpa beban

Dari data yang diperoleh dapat dianalisis daya output alternator pada putaran 500 rpm hingga putaran 2500 rpm. Sebagai contoh, diambil data pertama dari tabel hasil analisis data menggunakan magnet permanen tanpa beban pada lampiran 1.

- Daya pada motor dc

$$P_{M\ in} = V_{M\ in} \times I_{M\ in}$$

$$= 15\ V \times 6.2\ A$$

$$P_{M\ in} = 93\ W$$
- Daya input total $P_{A\ in} = 60\ W$

$$\Delta P_{in} = P_{M\ in} + P_{A\ in}$$

$$= 93\ W + 60\ W$$

$$\Delta P_{in} = 153\ W$$
- Daya pada alternator
 - ▶ Daya input

$$P_{A\ in} = V_{A\ in} \times I_{A\ in}$$

$$= 12\ V \times 5\ A$$
 - ▶ Daya output

$$P_{A\ out} = V_{A\ out} \times I_{A\ out}$$

$$= 8\ V \times 0\ A$$

$$P_{A\ out} = 0\ W$$

Dengan cara yang sama diperoleh hasil analisis dari data yang lain, dapat dilihat pada lampiran 1.

4. Pengujian menggunakan magnet buatan berbeban

Dari data yang diperoleh dapat dianalisis daya output alternator pada putaran 500 rpm hingga putaran 2500 rpm. Sebagai contoh, diambil data pertama dari tabel hasil analisis data menggunakan magnet permanen tanpa beban pada lampiran 1.

- Daya pada motor dc

$$P_{M\ in} = V_{M\ in} \times I_{M\ in}$$

$$= 15\ V \times 5.8\ A$$

$$P_{M\ in} = 87\ W$$
- Daya pada alternator
 - ▶ Daya input

$$P_{A\ in} = V_{A\ in} \times I_{A\ in}$$

$$= 12\ V \times 5\ A$$

$$P_{A\ in} = 60\ W$$
 - ▶ Daya output

$$P_{A\ out} = V_{A\ out} \times I_{A\ out}$$

$$= 10\ V \times 2\ A$$
- Daya input total

$$\Delta P_{in} = P_{M\ in} + P_{A\ in}$$

$$= 87\ W + 60\ W$$

$$\Delta P_{in} = 147\ W$$
- Efisiensi

$$= (P_{A\ out} / P_{M\ in}) \times 100\%$$

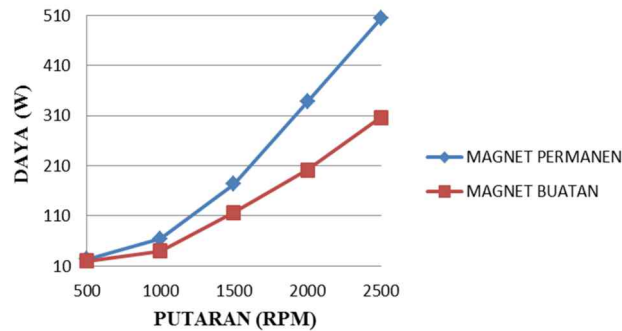
$$= (20\ W / 87\ W) \times 100\%$$

$$\eta = 13.61\%$$

$$P_{A\ out} = 20\ W$$

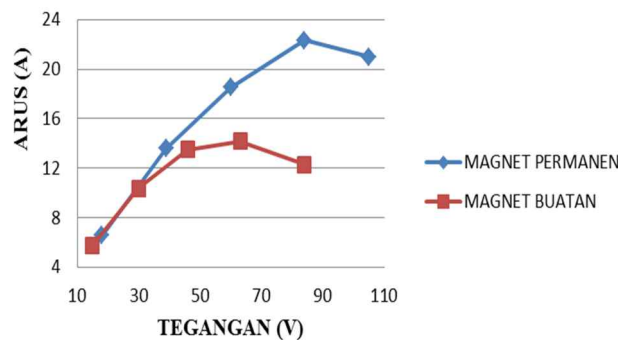
Dengan cara yang sama diperoleh hasil analisis dari data yang lain, dapat dilihat pada lampiran 1.

B. Pembahasan



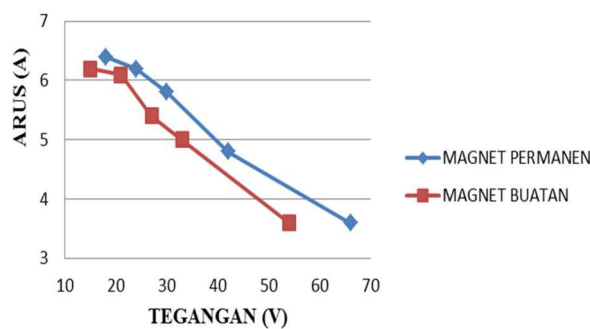
Gambar 3.1 Grafik hubungan daya output dan putaran pada alternator berbeban.

Pada grafik menjelaskan bahwa semakin tinggi putaran maka semakin tinggi daya yang terbangkitkan baik saat menggunakan magnet permanen maupun magnet buatan. Akan tetapi, daya yang terbangkitkan magnet permanen lebih tinggi dibandingkan magnet buatan diputaran yang sama. Dimana pada putaran akhir 2500 rpm magnet permanen menghasilkan daya sebesar 504 watt, sedangkan pada magnet buatan 306 watt.



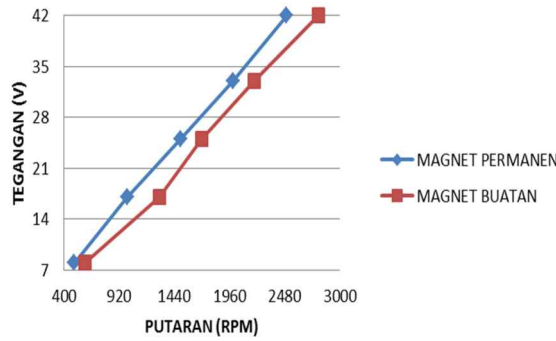
Gambar 3.3 Grafik hubungan tegangan dan arus input pada motor saat alternator berbeban.

Pada grafik menjelaskan tegangan dan arus yang dibutuhkan motor untuk memutar alternator menggunakan magnet permanen lebih besar dari alternator menggunakan magnet buatan. Dimana, saat menggunakan magnet permanen data terakhir pada putaran 2500 rpm membutuhkan tegangan 105 volt dan arus 21 ampere. Sedangkan untuk magnet buatan, membutuhkan tegangan 84 volt dan arus 12.3 ampere.



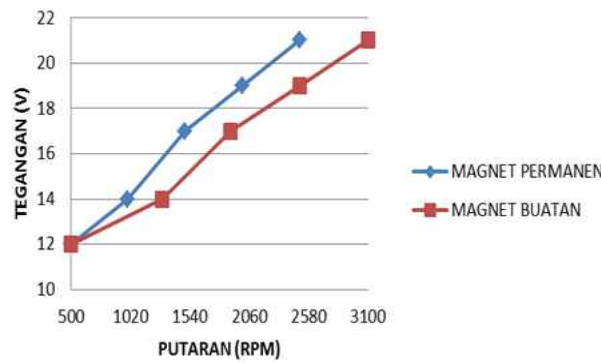
Gambar 3.4 Grafik hubungan tegangan dan arus input pada motor saat alternator tanpa beban.

Dari grafik diatas menjelaskan bahwa semakin tinggi tegangan input pada motor yang digunakan untuk memutar alternator menggunakan magnet permanen dan magnet buatan, maka semakin rendah arus input. Tegangan dan arus input motor pada alternator dengan magnet permanen lebih tinggi dari magnet buatan, hal ini disebabkan karena medan magnet yang terjadi pada magnet permanen lebih besar dari magnet buatan. Dapat dilihat pada data terakhir pengujian pada magnet permanen, motor membutuhkan tegangan input 66 volt dan arus input 3.6 ampere. Sedangkan pada magnet buatan tegangan input 54 volt dan arus input 3.6 ampere.



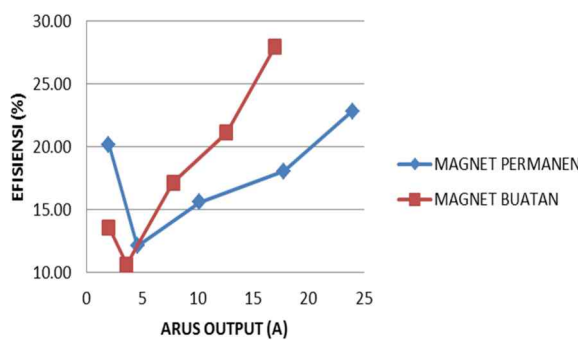
Gambar 3.6 Grafik hubungan tegangan output dan putaran pada alternator tanpa beban.

Dari grafik diatas menjelaskan bahwa semakin tinggi putaran alternator maka semakin tinggi tegangan dibangkitkan. Pada grafik terlihat, saat pengujian menggunakan magnet permanen putaran lebih rendah dari magnet buatan dengan tegangan output dibangkitkan alternator sama. Dapat dilihat pada data terakhir tegangan output 42 V dengan magnet permanen membutuhkan putaran 2500 rpm, sedangkan untuk magnet buatan membutuhkan putaran 2800 rpm.



Gambar 4.7 Grafik hubungan tegangan output dan putaran pada alternator berbeban.

Dari grafik diatas menjelaskan bahwa semakin tinggi putaran alternator maka semakin tinggi tegangan dibangkitkan. Pada grafik terlihat, saat pengujian menggunakan magnet permanen putaran lebih rendah dari magnet buatan dengan tegangan output dibangkitkan alternator sama. Dapat dilihat pada data terakhir tegangan output 21 V dengan magnet permanen membutuhkan putaran 2500 rpm, sedangkan untuk magnet buatan membutuhkan putaran 3100 rpm.



Gambar 3.10 Grafik hubungan efisiensi dengan arus output pada alternator berbeban.

Grafik diatas menjelaskan bahwasemakin tinggi arus output alternator maka semakin tinggi pula efisiensi, tapi untuk data pertama pada magnet permanen maupun magnet buatan memiliki efisiensi cukup besar sehingga efisiensi menurun pada data kedua. Dapat lihat pada data pertama pengujian menggunakan magnet buatan efisiensi 13,61% dan untuk magnet permanen efisiensi 20,20 %. Pada data kedua menurun saat menggunakan magnet buatan efisiensi 10,65% dan untuk magnet permanen 12,14 %. Kemudian, data selanjutnya efisiensi saat menggunakan magnet buatan dan magnet permanenakan terus meningkat hingga data terakhir.

Berdasarkan hasil pengujian daya output alternator menggunakan magnet permanen lebih besar, hal ini dikarenakan tegangan dan arus output besar. Alternator dengan magnet buatan menggunakan IC regulator

sebagai pengontrol excitasi yang berpengaruh terhadap output dari alternator. Saat menggunakan magnet permanen tegangan output yang besar belum dapat dikontrol sesuai kebutuhan komponen listrik pada mobil, hal tersebut dapat membuat komponen pada mobil rusak.

Panas yang diakibatkan arus output yang besar dan gesekan pada bantalan alternator pada pengujian dapat menyebabkan magnet permanen kehilangan medan magnet. Salah satu kelemahan dari magnet permanen ialah ketika mendapat panas yang berlebih atau dibakar, membuat sifat kemagnetan pada magnet permanen akan hilang.

IV. PENUTUP

A. Kesimpulan

Setelah melakukan pengujian alternator menggunakan magnet permanen dan magnet buatan, didapatkan beberapa perbandingan dengan parameter yang berbeda. Adapun kesimpulannya sebagai berikut :

1. Pada putaran yang sama, alternator dengan magnet permanen membangkitkan daya output lebih besar tetapi motor penggerak membutuhkan daya input yang lebih besar.
2. Alternator menggunakan magnet permanen tidak dapat digunakan pada mobil disebabkan belum terdapat pengontrol tegangan output dan panas yang terjadi dapat menghilangkan sifat kemagnetan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini Rivalia, Dkk. 2013. Listrik Magnet. Jember
- Chasbulla Wahib, Dkk. 2018. Magnet dan Medan Magnet Tidak Diterbitkan
- Honda. 2002. *Technical Information Guide*. Jakarta: Honda Motor Co., Ltd.
- Juhardi, Eng Dipel. 2013. Generator Semester 3. Tidak Diterbitkan
- Khusnussairi M. 2013. Pengujian Sistem Pengisian Pada Mesin Honda Jazz Tipe L13A. Semarang.
- Nippondenso. 1980. *Alternator*. Semarang.
- Noprizal Leo, Dkk. 2016. Perancangan Prototype Generator Magnet Permanen 1 Fasa Jenis Fluks Aksial pada Putaran Rendah. Banda Aceh
- Setiono, Puji. 2006. Pemanfaatan Alternator Mobil Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Angin. Semarang.
- Wigraha, Arya dkk. 2017. Pengembangan Alternator Ganesha *Electric Vehicles* 1.0 Generasi I
- Yayat Supriatna. Sumarsono. 1998. *Listrik Otomotif 1*. Bandung : Angkasa.