

## PROTOTYPING MODUL PRAKTIKUM PEMBANGKITAN ENERGI LISTRIK MENGGUNAKAN DAUR ULANG MOTOR INDUKSI SATU FASA

Sofitri Rahayu, Tri Arif Wiharso, Muhamad Rizkan  
Prodi Teknik Elektro Universitas Garut  
E-mail: [muhamad.rizkan@gmail.com](mailto:muhamad.rizkan@gmail.com)

### Abstrak

Penggunaan motor listrik induksi satu fasa sangat sering dijumpai di lingkungan rumah tangga, contohnya motor pompa air. Seringkali motor pompa air mengalami kerusakan sehingga menyebabkan motor tersebut menjadi barang yang tidak terpakai. Berdasarkan masalah diatas, penulis bermaksud ingin memanfaatkan motor pompa air yang sudah tidak terpakai (*reuse*) dengan mengkarakterisasi ulang motor beracuan pada spesifikasi bawaan motor dari pabrik. Kemudian dibuat menjadi modul praktikum pembangkitan energi listrik dengan memodifikasi rotor yang ditambah 24 batang magnet kemudian disusun sedemikian rupa sehingga dapat membangkitkan tegangan pada lilitan stator. Pada penelitian ini, tegangan maksimum yang dapat dihasilkan oleh lilitan main yaitu sebesar 2.75 Volt dan lilitan sekuder yaitu sebesar 3.5 Volt dengan daya output masing – masing lilitan sebesar 49.5 mVA dan 84 mVA.

**Kata Kunci :** *Motor induksi, reuse, pembangkitan energi listrik*

### Pendahuluan

Motor listrik induksi satu fasa atau *single phase induction motor* pada saat ini sering kali digunakan di lingkungan rumah tangga, karena motor listrik ini dapat memudahkan berbagai pekerjaan rumah tangga yang dapat memakan waktu lama jika dikerjakan manual oleh manusia. Motor listrik induksi bekerja dengan cara mengkonversi energi listrik menjadi energi gerak (mekanik) berupa putaran. Penggunaan motor listrik induksi satu fasa sendiri dapat dijumpai pada beberapa alat elektronik yang sering digunakan dalam kehidupan sehari – hari, seperti kipas angin, pompa air, mesin cuci, kompresor *Air Conditioning* (AC) dan lain – lain.

Dari beberapa contoh penggunaan motor listrik induksi diatas, salah satu yang hampir tiap hari digunakan adalah motor pada pompa air. Pompa yang digunakan untuk kebutuhan air rumah

tangga biasanya berupa pompa air dengan motor listrik induksi satu fasa. Karena sering digunakan, motor pompa air sering kali mengalami berbagai kerusakan.

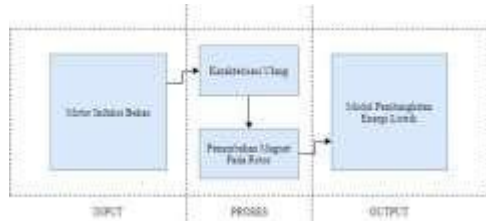
Menurut data yang dirilis *United Nations University* bersama *International Telecommunication Union* (ITU) dan *International Solid Waste Association* (ISWA) dalam penelitian mereka, *The Global E-waste Monitor 2017 Quantities, Flows, and Resources*, menyebut limbah elektronik yang dihasilkan penduduk Indonesia diestimasi berjumlah 1,274 juta ton atau rata-rata 4,9 kilogram per-kapita sepanjang 2016. [BALDE]

Berdasarkan uraiandiatas, penulis bermaksud ingin memanfaatkan motor pompa air yang sudah tidak terpakai (*reuse*) dengan mengkarakterisasi ulang motor beracuan pada spesifikasi bawaan motor dari pabrik.

Setelah dikarakterisasi, motor dapat

dibuat modul praktikum proses pembangkitan energi listrik di Fakultas Teknik Universitas Garut.

**Metode**



Gambar 1  
IPO Motor Induksi

**1. Input**

Input pada gambar 1 Diagram IOP diatas yaitu berupa motor induksi satu fasa bekas dan sudah tidak dipakai dengan merek “Shimizu-PS-128 bit”. Motor induksi bekas ini kemudian diuji untuk mendapatkan perkiraan kerusakan yang terjadi pada motor tersebut dengan cara memberikan tegangan AC 220V ke motor tersebut. Setelah diberi tegangan, motor berputar tetapi dengan kecepatan yang sangat lambat kemudian tedengar suara seperti berdengung dan setelah sekitar 15 detik diberi tegangan, motor bergetar dan menjadi panas. Setelah kurang lebih 20 detik motor diberi tegangan, motor sedikit mengeluarkan asap dan pada saat itu juga MCB mengalami trip.

**2. Proses**

**Karakterisasi Ulang**

Setelah diketahui gejala kemungkinan kerusakan yang terjadi pada motor induksi bekas tersebut, kemungkinan motor induksi bekas ini mengalami *shorted coil* atau hubung singkat pada kumparan motor.



Gambar 2  
Shorted Coil

Kemudian dilakukan langkah perbaikan terhadap motor sehingga motor dapat berjalan sesuai fungsinya.

**Penambahan Magnet**

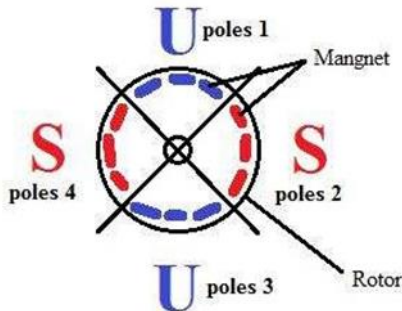
Penambahan magnet pada rotor bertujuan untuk memodifikasi rotor dengan menambah magnet permanen sehingga pada rotor terdapat medan magnet untuk proses pembangkitan energi listrik. Magnet yang dipakai untuk dijadikan magnet permanen yaitu 24 buah magnet jenis ‘*neodymium*’ dengan grade N53 berdimensi 10 x 20 x 1,5 mm.



Gambar 3  
Magnet Neodymium

Rotor akan dibagi menjadi 4 *poles*, dimana 4 *poles* tersebut terdiri dari 2 kutub Utara dan 2 kutub Selatan. Tiap *poles* dibagi menjadi 3 bagian yang berisi masing – masing bagian 2 magnet „*neodymium*“, jadi total magnet yang

terpasang pada tiap *poles* berjumlah 6 magnet.



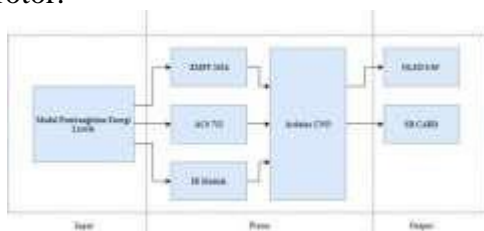
Gambar 4  
Layout Penempatan Magnet



Gambar 5  
Rotor Hasil Modifikasi

**Output**

Output yang didapatkan dari hasil proses yaitu sebuah modul pembangkitan energi listrik. Motor induksi yang tadinya digunakan sebagai motor sekarang sudah beralih fungsi menjadi modul pembangkitan karena dilakukan penambahan magnet pada rotor.



Gambar 6

*IPO Alat Monitoring Daya dan Putaran*

**Input**

Input pada diagram IOP diatas adalah sebuah modul pembangkitan energi listrik yang sudah dibuat sebelumnya. Modul pembangkitan energi listrik akan menghasilkan tegangan dan arus sesuai dengan kecepatan rotor berputar

**Proses**

**a. ZMPT 101b**

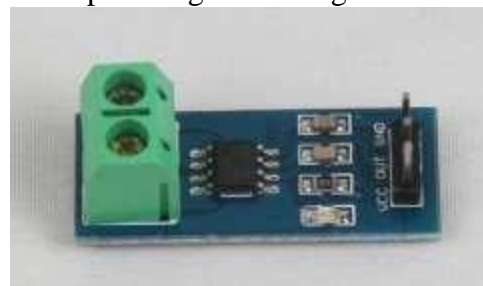
Untuk mengukur tegangan digunakan sensor ZMPT 101b. Sebelum dipasang dengan arduino, perlu adanya kalibrasi supaya hasil pembacaan sensor mendekati dengan hasil yang diinginkan.



Gambar 7  
Trimpot untuk Kalibrasi

**b. ACS 712**

ACS 712 merupakan sensor dengan output analog yang digunakan untuk mengukur arus yang dihasilkan oleh modul pembangkitan energi listrik.



Gambar 8  
Sensor Arus ACS 712

**c. IR Module**

Pada IR modul, terdapat sebuah trimpot yang berfungsi untuk mengatur jarak dari pembacaan sensor terhadap suatu objek.



Gambar 9  
IR Modul

**d. Arduino UNO**

Arduino Uno memproses semua hasil dari pembacaan sensor sesuai dengan program perintah yang telah dimasukan sebelumnya. Setelah mengalami pemrosesan, data yang dibaca akan disajikan menjadi sebuah output yang nantinya akan diperlukan untuk proses analisis.

**Output**

**a. OLED 0.96'**

Oled digunakan untuk menampilkan output dari arduino menjadi display teks. Display dibutuhkan untuk mempermudah dalam melihat hasil dari pembacaan sensor yang telah diproses oleh arduino.

**b. SD CARD**

SD Card diperlukan untuk menyimpan data output dari arduino dalam bentuk teks. Data yang disimpan pada SD Card tersebut ditransfer oleh arduino melalui komunikasi SPI pada SD Card module.

**Hasil dan Pembahasan**

**Pengujian Sensor Tegangan**

Tabel 1

Pengujian Sensor Tegangan

AVO Digital (V)	ZMPT 101b (V)	error digital (%)
0	0	0
51	50	1.96
61	60.916	0.14
72	71.256	1.03
81	80.055	1.17

92	92.931	1.01
106	106.341	0.32
117	116.431	0.49
128	127.825	0.14
137	136.447	0.40
147	147.685	0.47
158	159.589	1.01
165	166.765	1.07
174	175.622	0.93
182	182.745	0.41
192	191.342	0.34
202	202.129	0.06
212	212.376	0.18
221	221.812	0.37
Rata - rata		0.01

Dapat dilihat pada tabel 1 hasil pengujian sensor tegangan yang sudah melalui proses regresi linear didapat nilai persentase error yang lebih kecil dibandingkan dengan hasil pengujian pertama. Nilai rata - rata persentase error AVO digital didapat nilai persentase error yang lebih kecil dibandingkan dengan hasil pengujian pertama. Nilai rata - rata persentase error AVO digital.

**Pengujian Sensor Arus**

Tabel 2

Pengujian Sensor Arus

Clamp Meter (A)	ACS 712 (A)	selisih (A)	error (%)
0.1	0.101	-0.001	-1
0.11	0.11	0	0
0.31	0.284	0.026	8.38
0.46	0.434	0.026	5.65
0.91	0.832	0.078	8.57
1.55	1.77	-0.22	-14.1
2.48	2.361	0.119	4.77
Rata - rata error		0.004	1.74

Hasil pengujian sensor arus yang sudah melalui proses regresi linear didapat nilai persentase error yang lebih kecil dibandingkan dengan hasil pengujian pertama. Nilai rata - rata persentase error antara clamp meter

dengan sensor arus yaitu sebesar 1.745%.

**Pengujian Modul**

Tabel 3  
Pengujian Modul

rpm	RL (Ω)	Vm (V)	Vs (V)	Im (A)	Is (A)	Vdm (%)	Vds (%)	Pm (VA)	Ps (VA)	Psk (Hz)
2385	No Load	2.75	2.5	0	0	0	0	0	0	79.3
2384	30	0.5	0.61	0.092	0.117	81.82	82.77	0.048	0.071	79.3
2385	27	0.45	0.56	0.102	0.120	85.64	84.00	0.048	0.072	79.3
2384	20	0.27	0.42	0.138	0.175	86.51	88.00	0.051	0.074	79.3
2383	13	0.2	0.34	0.183	0.231	92.73	90.29	0.037	0.070	79.3
2385	10	0.18	0.24	0.275	0.33	93.45	93.14	0.050	0.084	79.5

Pengujian modul pembangkitan energi listrik dilakukan dengan menggunakan AVO meter digital „HELES UX866TR“ pada kumparan main dan kumparan sekunder. Dapat dilihat data hasil pengujian dengan menggunakan AVO meter digital pada tabel 3 diatas.

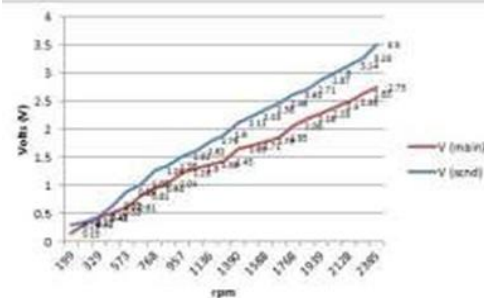
**Analisa Hasil Pembacaan Sensor Tegangan**

Rata - rata selisih hasil pengukuran tegangan antara sensor dengan alat pembanding yaitu sebesar -0,225 V dengan avo digital sedangkan persentase error yaitu sebesar -0.01%. Terlihat perbedaan yang sangat mencolok antara hasil pengujian pertama sebelum proses regresi linear dengan hasil pengujian kedua yang telah mengalami proses regresi linear. Untuk persentase error pada pengujian kedua dirasa cukup kecil mengingat persentase error yang terjadi kurang dari 5%.

**Analisis Hasil Pembacaan Sensor Arus**

Tabel 2. menunjukkan angka hasil pengukuran kedua setelah melalui proses regresi linear. Dapat dilihat rata-rata selisih hasil pengukuran meningkat menjadi 0,004 A, meski demikian hasil dari rata-rata persentase error mengalami penurunan yang sangat drastis menjadi ±1,745%.

**Analisis Modul Pembangkitan**

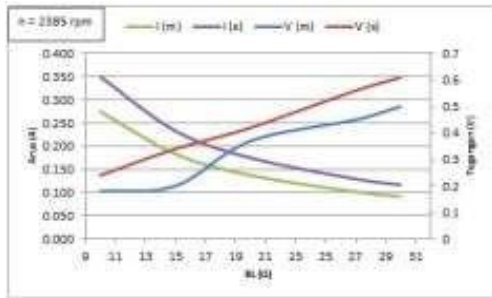


Gambar 10  
Karakteristik Tegangan Output

Berdasarkan gambar grafik 10 diatas, dapat dilihat bahwa karakteristik perubahan tegangan berbanding lurus dengan kecepatan putar modul pembangkitan. Dapat dilihat pula perubahan putaran yang terjadi yaitu antara 199 rpm sampai 2385 rpm menghasilkan tegangan antara 0.15 V sampai 3.5 V.

Meski demikian, ketika lilitan main dibandingkan dengan lilitan sekunder, lilitan sekunder mempunyai output tegangan yang lebih besar 21.43% dari lilitan main. Pada hasil pengujian tegangan minimum yang dihasilkan oleh lilitan sekunder yaitu sebesar 0.29V sementara tegangan dari lilitan main sebesar 0.15V dengan tegangan maksimum dari lilitan main yaitu sebesar 2.75V dan tegangan maksimum dari lilitan sekunder sebesar 3.5 V. Dalam pengujian ini menunjukkan lilitan sekunder yang memiliki jumlah lilitan lebih banyak dari lilitan main menghasilkan tegangan yang lebih besar dari lilitan main.

**Karakteristik Daya Output**



*Gambar 11.  
Tegangan dan Arus Output Modul*

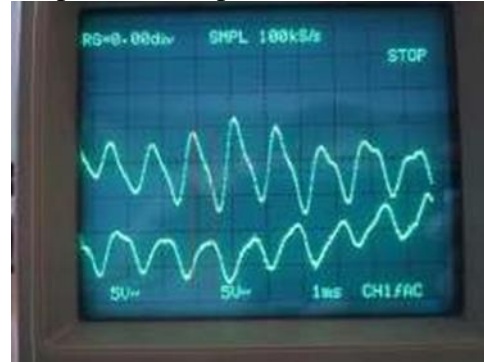
Berdasarkan gambar grafik 11 diatas, dapat dilihat hasil pengujian modul pembangkitan dengan hambatan murni. Gambar 11 menunjukkan adanya penurunan tegangan yang tidak jauh berbeda anantara kedua lilitan. Drop tegangan maksimum yang terjadi pada saat diberi beban pada lilitan main yaitu sebesar 2.57 Volt atau 93.45% dari 2.75 Volt sedangkan drop tegangan maksimum yang terjadi pada lilitan sekunder adalah sebesar 3.26 Volt atau 93.14% dari 3.5 Volt.

Semakin kecil nilai hambatan yang diberikan kepada tiap lilitan maka tegangan akan semakin turun dan ketika nilai hambatan semakin besar maka nilai tegangan akan semakin besar, hal ini berbanding terbalik dengan arus dimana ketika hambatan yang diberikan semakin kecil maka arus akan mengalami kenaikan sedangkan nilai hambatan semakin besar maka arus yang dihasilkan akan mengalami penurunan.

**Bentuk Sinyal Output Modul Pembangkitan**

Bentukan sinyal yang dihasilkan oleh modul pembangkitan energi listrik dapat dilihat dengan menggunakan alat

yaitu osciloscope. Dapat dilihat bentukan sinyal output modul pembangkitan pada gambar 12 dibawah. Gambar tersebut diambil pada saat modul pembangkitan diputar pada kecepatan 2385 rpm.



*Gambar 12  
Bentuk Sinyal Output Modul Pembangkitan*

Pada gambar 12 diatas, gambar sinyal yang paling atas merupakan output sinyal dari lilitan sekunder dan gambar yang berada dibawahnya yaitu gambar sinyal lilitan main. Antara main dan sekunder keduanya menghasilkan sinyal sinusoidal tidak sempurna. Tiap puncak sinyal memiliki nilai yang berbeda hal ini mungkin disebabkan penempatan dari magnet yang tidak rata dan jarak antar pole yang terlalu renggang atau terlalu sempit. Dapat dilihat juga pada sinyal yang ditandai dengan garis merah menunjukkan antara lilitan main dan lilitan sekunder berbeda fasa kurang lebih 90° karena disebabkan pemasangan dari lilitan main dan lilitan sekunder berbeda 90°.

**Kesimpulan**

1. Sensor tegangan ZMPT 101b dilakukan dua kali pengujian yaitu sebelum dan sesudah dilakukan persamaan regresi linear. Sebelum dilakukan regresi, nilai rata – rata error yang terjadi yaitu mencapai lebih dari 20% sedangkan setelah dilakukan regresi, rata-rata error

- yang terjadi mengalami penurunan yaitu menjadi kurang dari 3%.
2. Sama seperti sensor tegangan, sensor arus ACS 712 juga dilakukan dua kali pengujian. Pengujian pertama sebelum proses regresi linear, rata-rata error yang terjadi yaitu lebih dari 5% sedangkan setelah proses regresi linear rata – rata error turun menjadi kurang dari 1.8%.
  3. Perubahan motor induksi menjadi modul pembangkitan energi listrik telah berhasil dibuat dengan memodifikasi roto yang ditambahkan magnet neodmium N53. Hasilnya didapat total daya output pada putaran 2385 rpm yaitu sebesar 133.5mVA yang diantaranya 49.5 mVA adalah daya output dari lilitan main dan sisanya 84 mVA adalah daya output dari lilitan sekunder. Memang hasil dari modul pembangkitan energi listrik pada penelitian memiliki daya yang kecil, hal ini disebabkan karena lilitan yang dipakai dibuat untuk motor bukan untuk generator.

#### Daftar Pustaka

- Abubakar, Khalid, S., Mustafa, M., Shareef, H., & M.Mustapha. (2017). *CALIBRATION OF ZMPT101B VOLTAGE SENSOR MODULE USING POLYNOMIAL REGRESSION FOR ACCURATE LOAD MONITORING*. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 1077.
- Allegro Microsystem. (2019, May 17). *Fully Integrated, Hall- Effect-Based Linear Current Sensor IC with 2.1 kVRMS Isolation and a Low- Resistance Current Conductor*. Manchester, New Hampshire, USA.
- Alpensus, J. (2013). *PEMANFAATAN MOTOR INDUKSI SATU FASA SEBAGAI GENERATOR*. YOGYAKARTA: UNIVERSITAS SANATA DHARMA YOGYAKARTA.
- Asep Rachmat, a. r. (2014). *PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT UJI MOTOR LISTRIK INDUKSI AC 3 FASA MENGGUNAKAN DINAMOMETER TALI*
- Atabiq, F., Budiana, B., J, A. F., Syahri, I., & Saputra, I. (2019). *MODIFICATION OF TWO POLES SINGLE PHASE INDUCTION MOTOR AS WIND PICO GENERATOR*. Jurnal Integrasi Vol.11 No.1, 72.
- Awaludin, A. (2014). *ILMU TEKNOLOGI INFORMASI*. Retrieved Maret 21, 2019, from IT Sharing for indonesian open knowledge community: [www.ilmuti.org](http://www.ilmuti.org)
- Baldé, C. P., Forti, V., Gray, V., Kuehr, R., & Stegmann, P. (2017). *The Global E-waste Monitor 2017*. 104.
- BARRETT, S. F. (2013). *Arduino Microcontroller Processing for Everyone! (Third Edition)*. wyoying: Morgan & Claypool.
- Farhansyah, S. A. (2017). *PENGUKURAN KUALITAS TEGANGAN PADA PELANGGAN JARINGAN TEGANGAN RENDAH DENGAN MEDIA POWER LINE CARRIER*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- FEZARI, M., & Dahoud, A. A.(2018). *Integrated Development Environment “IDE” For Arduino. Integrated Development*

- Environment "IDE" For Arduino*, 1-11.
- Mahalla, Suharyamto, & BS, M. (2013). *EVALUASI KINERJA IMAG PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA* Parallax Inc. (2011, November 11). *micro-SD Card Adapter (#32312)*. Rocklin, CA, USA.
- Patmawati, H., & Santika, S. (2016). *Penggunaan Software Microsoft Excel sebagai Alternatif Pengolahan Data Statistika Penelitian Mahasiswa Tingkat Akhir*. Seminar Nasional Matematika X Universitas Negeri Semarang (p. 125). Tasikmalaya: Universitas Siliwangi.
- Permana, D. S. (2017). *ANALISA JENIS DAN SPESIFIKASI POMPA AIR BERSIH GEDUNG PABRIK PERAKITAN PT. ADM. SINERGI* Vol. 21, 93.
- Robosoft Systems. (2015, february 2). *IR Sensor Based obstacle detection sensor module (Single)*. Mumbai, Maharashtra, India.
- Sentosa, A. (2018). *Analisis Sistem Eksitasi Terhadap Performa Generator Sinkron Di PLTU Suralaya*. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Siska, D. A. (n.d.). *Perancangan Generator Induksi Beetegangan 220VAC Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut (PLTGL)*. Surabaya: Institute Teknologi Sepuluh Nopember.
- Solomon Systech . (2008, April). *SSD1306*. Shatin, N.T, Hongkong.
- STAUFFER, H., & TRAISTER, J. E. (2007). *Electricians Troubleshooting and Testing Pocket Guide Third Edition*. In H. STAUFFER, & J. E. TRAISTER, *Electricians Troubleshooting and Testing Pocket Guide Third Edition* (pp. 91-98). New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Suparlan, M. (2011). *Pengaruh Penggulungan Ulang (Rewinding) Stator Terhadap Kinerja Motor Induksi*. Jurnal Rekayasa Sriwijaya No.3 Vol. 20, 10.
- Susila, A. (2004). *PERANCANGAN MOTOR INDUKSI SATU FASA JENIS ROTOR SANGKAR (SQIRREL CAGE)*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- UNY, T. F. (2003). *MODUL TEKNIK DASAR GENERATOR*. Yogyakarta: DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL.
- Utomo, T. (2008). *PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MESIN PERAJANG KETELA*. Semarang: JTPTUNIMUS.