

# Pengaturan Kapasitor pada Generator Induksi Tiga Fasa Menggunakan Arduino Uno

Suprihardi<sup>1</sup>, Yaman<sup>2</sup>

Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe  
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

<sup>1</sup>suprihardi@pnl.ac.id

**Abstrak**— Fluktuasi beban yang dilakukan pada sebuah motor induksi sebagai generator induksi (GI) akan mengakibatkan tegangan dan frekuensi generator induksi tidak akan pernah stabil. Akibatnya beban yang menerima kualitas daya tersebut tidak bekerja dengan baik dan efisiensi rendah. Permasalahannya yaitu bagaimana kemampuan pengeturan kapasitor dalam menstabilkan tegangan, yang dihasilkan GI 3 fasa 1HP-380 volt, 6 kutub akibat pembebanan yang berubah-ubah. Metode yang digunakan yaitu, melakukan pengukuran dan pengujian terhadap perancangan prototype kendali menggunakan arduino uno dalam mengatur kapasitor untuk menstabilkan tegangan GI. Hasil yang dicapai yaitu tegangan Generator Induksi stabil dengan toleransi kenaikan tegangan sebesar 2,3% dan penurunan tegangan sebesar 1,8% dari standar tegangan 220 Volt. Nilai toleransi tersebut masih sesuai dengan standar tegangan yang diizinkan. Frekuensi tetap 50 Hz pada putaran tetap 1020 Rpm. Torsi berpengaruh besar terhadap perubahan beban dan pada setiap mengatur kapasitor yang dikendalikan oleh arduino uno. Tegangan Generator induksi dapat tetap stabil, bila dilakukan memilih kapasitor dengan tepat.

**Kata kunci**— Generator Induksi, Kapasitor, tegangan stabil.

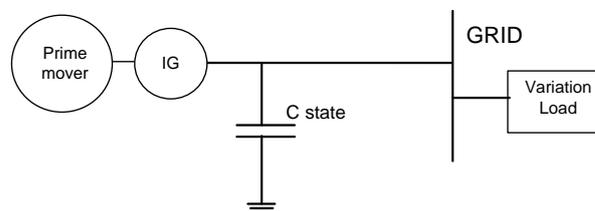
## I. PENDAHULUAN

Generator induksi (GI) sangat membutuhkan daya reaktif pada saat beroperasi untuk membangkitkan tegangan [1]. Permasalahannya adalah bagaimana tegangan dapat stabil, dengan mengatur nilai kapasitor. Kemudian berapa nilai kapasitor yang harus diberikan supaya tegangan tetap stabil. Untuk menjawab persoalan tersebut perlu dilakukan pengujian yaitu dengan langkah awal melakukan perhitungan dalam menentukan nilai kapasitor tetap sebagai pemberi daya reaktif untuk menstabilkan tegangan. Selanjutnya perhitungan dan perancangan diwujudkan dalam bentuk prototype dan diuji kemampuannya. Besar pemberian daya reaktif yang dilakukan oleh *arduino uno* dengan mengatur besar kapasitor yang dihubungkan ke GI.

Generator induksi banyak digunakan pada system pembangkit alternatif. Aplikasi penggunaannya pada pembangkit listrik tenaga angin dan mini/ mikrohidro. Turbin yang memutar generator tidak mengharuskan pada kecepatan sinkronnya, maka daya yang dibangkitkan tidak akan memenuhi frekwensi dan tegangan tetap [2-5]. Mesin induksi berfungsi sebagai generator, jika mesin induksi bekerja pada slip negatif. Generator Induksi banyak digunakan karena lebih sederhana dibanding generator *synchronous*. Motor induksi lebih mudah dioperasikan, pemeliharaan, tidak mempunyai permasalahan sinkronisasi, murah dan hemat [6].

### Pembangkitan Tegangan

Pembangkitan tegangan generator induksi, nilai kapasitor yang dipasang harus lebih besar dari nilai kapasitor minimum yang diperlukan untuk proses eksitasi. Jika kapasitor yang dipasang lebih kecil dari kapasitor minimum yang diperlukan, maka proses pembangkitan tegangan tidak akan berhasil. Agar eksitasi sendiri dapat terjadi maka harus diperhatikan hubungan antara nilai kapasitansi dan kecepatan minimum [7]. Generator induksi yang bekerja stand alone diperlukan kapasitor untuk membangkitkan arus eksitasi [8-9]. Gambar 2.1 memperlihatkan diagram Rangkaian kapasitor pada motor induksi yang dioperasikan sebagai generator.



Gambar 2.1. Rangkaian generator Induksi

Pembangkitan tegangan akan terjadi bila pada rotor terdapat magnet sisa atau kapasitor yang masih menyimpan muatan yang dihubungkan ke generator induksi, dengan demikian akan mengalir arus pada rangkaian. Dengan adanya arus pada rangkaian tersebut maka akan menghasilkan fluks magnet pada celah udara antara kumparan stator dan rotor, sehingga pada kumparan stator akan membangkitkan tegangan induksi sebesar  $V_I$  [10]. Tegangan  $V_I$  selanjutnya akan mengakibatkan arus mengalir kembali ke kapasitor sebesar  $I_I$ . Arus tersebut akan menambah besar magnet pada celah udara sehingga tegangan kumparan stator akan meningkat terus sampai pada nilai tegangan generator induksi sama dengan tegangan kapasitor.

### Modul Kendali Arduino Uno

Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat open-source, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardware dalam arduino memiliki prosesor Atmel AVR dan menggunakan software dan bahasa sendiri [11-12].



Gambar 2.2. Modul Arduino Uno

Relay merupakan jenis golongan saklar yang dimana beroperasi berdasarkan prinsip elektro magnetik yang

dimanfaatkan untuk menggerakkan kontaktor guna atau menyabungkan rangkaian secara tidak langsung.



Gambar 2.3. Modul Relay

Sensor Tegangan menggunakan PZEM-004T, sensor ini terhubung ke Arduino uno dengan komunikasi serial.



Gambar 2.4. Modul Sensor Tegangan

Sensor arus beroperasi sebagai sekunder trafo arus, sedangkan konduktor yang membawa arus diukur fungsinya sebagai transformator primer. Akurasi pengukuran dapat ditingkatkan dengan meningkatkan jumlah lilitan primer.



Gambar 2.5. Modul sensor Arus

**Perhitungan Motor**

Dari data motor induksi dapat dihitung kecepatan, arus, slip, daya, efisiensi dan kebutuhan kapasitor exitasi, yaitu sebagai berikut :

1. Menghitung kecepatan sinkron  

$$n_s = \frac{120 \times f}{P} \dots\dots\dots(2.1)$$
2. Menghitung slip  

$$S = n_s - nr \dots\dots\dots (2.2)$$
3. Menghitung arus / ampere motor  

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi} \dots\dots\dots (2.3)$$
4. Menghitung daya output motor  

$$P_{out} = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos\phi \times \gamma \dots\dots\dots (2.4)$$
5. Menghitung efisiensi motor  

$$\gamma = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \dots\dots\dots(2.5)$$

**Perhitungan Kapasitor**

Untuk Menghitung kebutuhan daya reaktif generator dengan efisiensi motor diasumsikan berdasarkan name plate dari hasil motor adalah :

$$Q_m = P_{in} \times \tan \phi \dots\dots\dots (2.6)$$

Jadi kapasitor yang digunakan pada motor yang difungsikan sebagai generator adalah:  
 Daya aktif

$$I_C = \frac{Q_m}{V} \dots\dots\dots (2.7)$$

$$X_C = \frac{V}{I_C} \dots\dots\dots (2.8)$$

$$X_C = \frac{V_L - n^2}{Q_m} \dots\dots\dots (2.9)$$

Besar kebutuhan kapasitor sebagai kompensasi statik yaitu,

$$C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot X_C} \dots\dots\dots (2.10)$$

Atau

$$C = \frac{Q_m}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot V^2} \dots\dots\dots (2.11)$$

**II. METODOLOGI PENELITIAN**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode perancangan dan pengujian. Perancangan yang dilakukan yaitu membuat modul prototype pengaturan kapasitor dengan menggunakan *Arduino Uno*. Kemudian dilakukan pengujian terhadap generator induksi terkait dengan pengaturan eksitasi static berupa kapasitor sebagai pemberi daya reaktif. Bagian ini menjelaskan secara rinci tentang penelitian yang dilakukan.

- Jenis Motor = Induksi 3 fasa
- Tipe = Y3-90S-6B3
- 6 kutub
- Frekuensi = 50 Hz
- Daya Motor = 1 Hp
- Tegangan = 220/380V
- Cosφ = 0,72
- Efisiensi η = 0,69

**Perhitungan Kapasitor**

Dari data motor induksi dapat dihitung kecepatan, arus, slip, daya, efisiensi dan Kebutuhan kapasitor sebagai berikut :

1. Menghitung kecepatan sinkron  

$$n_s = \frac{120 \times 50}{6} = 1000 \text{ RPM}$$
2. Menghitung slip pada putaran rotor diputar 1020 RPM untuk mendapatkan frekuensi 50 Hz  

$$S = \frac{1000 - 1020}{1000} \times 100\% = -2\%$$
3. Menghitung arus / ampere motor  

$$I = \frac{746}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,72} = 1,58 \text{ A}$$
4. Menghitung kebutuhan kapasitor sebagai pemberi daya reaktif terhadap generator induksi (GI).  

$$P_{in} = \frac{746 \text{ W}}{0,69} = 1081,16 \text{ Watt}$$

Perbaikan Paktor daya (cos φ) sebesar = 0,8  

$$Q_m = 1081,16 \times 0,8 = 864,928 \text{ VAR}$$

$$Q_m \text{ per fasa} = \frac{864,928}{3} = 288,3 \text{ VAR}$$

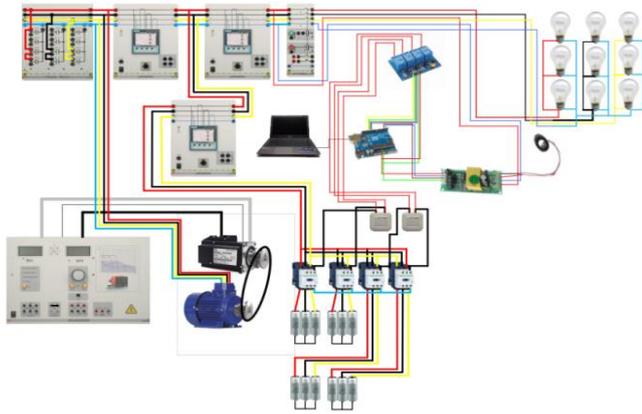
$$C = \frac{288,3}{2 \times 3,14 \times 50 \times 220^2}$$

$$C = \frac{288,3}{15197600} = 1.89 \times 10^{-5}$$

$$C = 18,9 \mu \text{ F}$$

**Rangkaian Pengujian**

Rangkaian pengujian dalam penelitian ini seperti terlihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Rangkaian pengujian Generator induksi

Susunan kapasitor seperti pada Tabel 3.1 berikut,

Tabel 3.1  
Susunan kapasitor

Kapasitor	C1	C2	C3	C4	C5
Nilai kapasitor (uF)	2,2	12	8	4	2,9
	2,2	12	8	4	2,9
	2,2	12	8	4	2,9

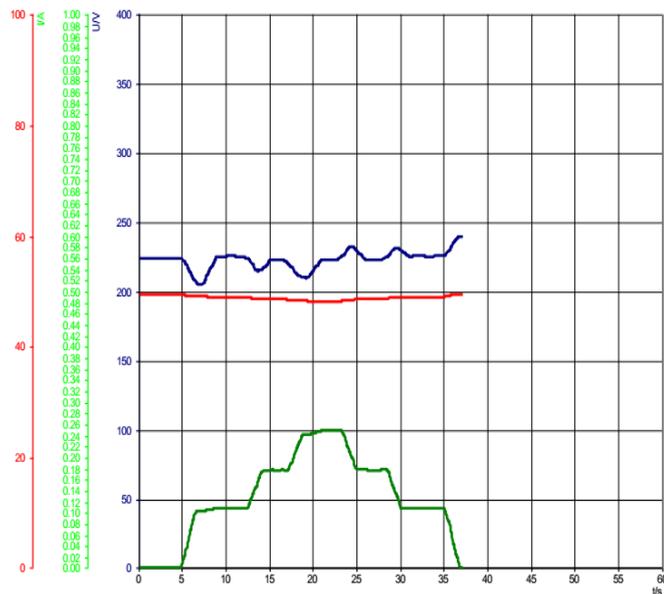
Tabel 3.2.

Data hasil pengujian manual pada 1020 RPM

Beban (Watt)	Kapasitor (uF)	Torsi (N-m)	Tegangan (Volt)	Frekuensi (Hz)
NL	18,9	1,5	220	50
25	20	1,8	216	50
40	21,1	2,15	225	50
55	22,2	2,38	224	50

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Menggunakan Scada Data Longger hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4.1. Data Longger pengaturan kapasitor

Keterangan :

- : Frekuensi (Hz)
- : Arus (I)
- : Tegangan (V)

Dari grafik gambar 4.1 dapat dijelaskan uji untuk kondisi beban yang ditambahkan yaitu :

1. Tegangan yang dihasilkan kondisi tanpa beban dengan kapasitor 18,6 putaran 1020 Rpm, generator induksi menghasilkan tegangan 224 V, Frekuensi 49,6 Hz.
  2. Tegangan yang dihasilkan generator induksi dengan memberi beban 25W Pada putaran 1020 Rpm, tegangan turun menjadi 208 V, Frekuensi 49,8 Hz
  3. Tegangan yang dihasilkan terhadap beban yang sama 25W dengan penambahan kapasitor secara otomatis oleh arduino pada putaran yang sama menjadi 20,8uF tegangan kembali menjadi 227 V, Frekuensi 49,1 Hz.
  4. Tegangan yang dihasilkan dengan menambah beban 40W Pada putaran 1020 Rpm, tegangan turun menjadi sebesar 213 V, Frekuensi 50 Hz.
  5. Tegangan yang dihasilkan pada beban yang sama 40W arduino melakukan penambahan kapasitor secara otomatis sebesar 21,2 uF pada putaran yang sama, generator induksi menaikkan tegangan kembali menjadi 224 V, Frekuensi 49,2 Hz.
  6. Tegangan yang dihasilkan dengan menambah beban 55W pada putaran 1020 Rpm, tegangan turun menjadi sebesar 219 V, Frekuensi 49,9
  7. Tegangan yang dihasilkan pada beban yang sama 55 W dengan menambah kapasitor 22,2 uF secara otomatis yang dikendalikan arduino Pada putaran yang sama, generator induksi menaikkan tegangan kembali menjadi 225 V, Frekuensi 48,2 Hz.
- Demikian sebaliknya dalam mengurangi pembebanan terhadap generator induksi. Perubahan tegangan dan frekuensi masih dibawah batas toleransi yang di izinkan

IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan:

1. Tegangan Generator Induksi stabil dengan toleransi kenaikan tegangan sebesar 2,3% dan penurunan tegangan sebesar 1,8% dari standar tegangan 220 Volt. Nilai toleransi tersebut masih sesuai dengan standar tegangan yang diizinkan.
2. Frekuensi tetap 50 Hz pada putaran tetap 1020 Rpm.
3. Torsi berpengaruh besar terhadap perubahan beban dan pada setiap mengatur kapasitor yang dikendalikan oleh arduino uno.
4. Tegangan Generator induksi dapat tetap stabil, bila dilakukan memilih kapasitor dengan tepat.

REFERENSI

[1] Machmud Effendy, 2009, Rancang Bangun Motor Induksi Sebagai Generator (Misg) Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohdro, TRANSMISI, Jurnal Teknik Elektro, Volume 11, Nomor 2, Juni 2009.

[2] Supri hardi, Yaman, Zamzami, 2017, Harmonic Impact in Induction Generator Voltage Using Thyristor Control Reactor, 16/03/1054-1060, TELKOMNIKA, Ahmad Dahlan, Yogyakarta.

- [3] Supri hardi, Yaman, Zamzami, 2016, *Tegangan Dan Harmonisa Generator Induksi (Gi) Dengan Single Tuned Dan Pengaturan Reaktor*, ISSN 2541-III ASCNI-TECH Padang.
- [4] Supri hardi , dkk , 2016, *Tegangan generator induksi (GI) Dengan pengaturan reactor*, jurnal Litek Volume 13 Nomor 2, September 2016.
- [5] Supri hardi , dkk , 2017, *Pengaturan tegangan generator induksi (GI) Dengan TCR* , proseding SEMNAS PNL, September 2017.
- [6] Bansal R.C.,*Three-Phase Self-Excited Induction Generators, An Overview, Senior Member, IEEE*
- [7] Erwin DoduA.Y., 2009, *pemodelan sistem generator induksi tereksitasi sendiri (self-excited induction generator (seig))* JIMT, Vol. 6, No. 2,
- [8] I Ketut perdana Putra, sasongko Pramono Hadi, T. Haryono, 2004, *Penggunaan kapasitor untuk perbaikan unjuk kerja motor induksi sebagai Generator*, Program studi Teknik Elektro Program pasca sarjana UGM Teknosains.
- [9] I ketut perdana putra, 2008, *Perbandingan analisis nilai kapasitor pada operasi motor induksi sebagai generator menggunakan metode BL theraja dan jean marc chapallaz*, jurnal penelitian unram, ISSN 085-0098 vol.2 no 13.
- [10] Djoekardi, Djuhana, 1996, *Mesin-mesin Listrik Motor Induksi*, Jakarta, Universitas Trisakti.
- [11]. Andrianto, Heri dan Aan Darmawan, 2016, *Arduino belajar cepat dan pemograman*, bandung, Informatika Bandung.
- [12]. Gustomo. B. 2015, *Pengenalan Arduino dan pemogramannya*, Bandung, Informatika Bandung.

### Biodata Penulis

**Supri Hardi**, memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T), Program Studi Teknik Elektro [Universitas Malikussaleh-Lhokseumawe], lulus tahun 1997. Tahun 2011 memperoleh gelar Magister Teknik (M.T.) dari Program Studi Teknik Elektro [Universitas Sumatera Utara-Medan].

**Yaman**, memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T), Program Studi Teknik Elektro [Universitas Iskandar Muda Banda Aceh], lulus tahun 1998. Tahun 2010 memperoleh gelar Magister Teknik (M.T.) dari Program Studi Teknik Elektro [Universitas Gajah Mada-Jogjakarta].