

ANALISIS PECOBAAN KARAKTERISTIK BEBAN NOL GENERATOR INDUKSI 1 FASA

Markus Dwiyanto Tobi¹, Vina N Van Harling²

¹Politeknik Katolik Saint Paul

²Politeknik Katolik Saint Paul

¹dwiyanto@poltekstpaul.ac.id, ²vina.nathalia@poltekstpaul.ac.id

Abstrak

Generator Induksi adalah bagian dari mesin listrik arus bolak balik. Generator arus bolak balik berfungsi mengubah tenaga mekanis menjadi tenaga listrik arus bolak balik. Pada generator Induksi terdapat dua jenis karakteristik yaitu karakteristik beban nol dan berbeban. Karakteristik beban nol adalah karakteristik generator saat tidak ada beban. Sedangkan karakteristik berbeban adalah karakteristik generator saat telah di berikan beban. Karakteristik Beban Nol Meliputi Besarnya Tegangan Terminal, Arus Medan, Dan Fluks Magnetic Yang Di Hasilkan. Generator induksi bekerja dengan penguatan sendiri dengan menggunakan kapasitor. Kapasitor sangat berpengaruh pada karakteristik beban nol, karena kapasitor yang dialiri arus bolak balik akan menghasilkan reaktansi kapasitif, yang akan menghasilkan arus medan. Arus medan yang di hasilkan akan mempengaruhi besarnya tegangan terminal. sehingga pada saat nilai tegangan terminal telah di ketahui maka dapat di buat perhitungan untuk mencari besarnya nilai fluks magnetik.

Kata Kunci : (If) Arus Medan, (Ea)Tegangan Terminal, Karakteristik

1. PENDAHULUAN

Generator Induksi adalah bagian dari mesin listrik arus bolak balik dan pembelajaran berupa praktik khususnya generator Indukasi, menjadi sangat penting ketika kita ingin memahami tentang sebuah generator arus bolak balik dapat bekerja.

Generator arus bolak balik berfungsi mengubah tenaga mekanis menjadi tenaga listrik arus bolak balik. Pada generator arus bolak balik terdapat dua jenis karakteristik yaitu karakteristik beban nol dan berbeban. Karakteristik beban nol adalah karakteristik generator saat tidak ada beban yang meliputi besarnya tegangan terminal, arus medan, dan fluks magnetic yang di hasilkan. Sedangkan karakteristik berbeban adalah karakteristik generator saat telah di berikan beban yang meliputi tegangan total, dan kuat arus yang mengalir pada beban. Dari kajian ini maka tujuan dari penelitian ini yaitu menganalisis percobaan Karakteristik Beban Nol Generato Induksi 1 Fasa.

2. DASAR TEORI

2.1 Generator AC

Generator Arus Bolak-balik sering disebut juga sebagai alternator atau generator AC atau juga generator sinkron. Generator arus bolak-balik berfungsi mengubah tenaga mekanis menjadi tenaga listrik arus bolak balik. Generator arus bolak-balik dibagi menjadi dua jenis, yaitu: 1) Generator arus bolak-balik 1 fasa, dan 2) Generator arus bolak-balik 3 fasa.^[1]

Generator arus bolak-balik ini terdiri dari dua bagian utama, yaitu: a) stator, merupakan bagian diam dari generator yang mengeluarkan tegangan bolak balik; dan b) rotor, merupakan bagian bergerak yang menghasilkan medan magnit yang menginduksikan ke stator. Stator terdiri dari badan generator yang terbuat dari baja yang berfungsi melindungi bagian dalam generator, kotak terminal dan name plate pada generator.

Jumlah kutub generator (p) arus bolak-balik tergantung dari kecepatan rotor (n dalam rpm) dan frekuensi (f dalam Hz) dari ggl yang dibangkitkan. Hubungan tersebut dapat ditentukan dengan persamaan berikut ini.^[1]

$$f = \frac{p.n}{120} \quad (1)$$

Generator Tanpa Beban apabila sebuah mesin sinkron difungsikan sebagai generator dengan diputar pada kecepatan sinkron dan rotor diberi arus medan (I_f), maka pada kumparan jangkar stator akan diinduksikan tegangan tanpa beban (E_a), yaitu sebesar:^[1]

$$E_a = c.n.\phi \quad (2)$$

2.2 Reaktansi Kapasitansi

Reaktansi kapasitif adalah hambatan yang timbul pada kapasitor yang dilewati oleh arus bolak-balik. Jika sebuah kapasitor dihubungkan dengan sumber arus searah, maka arus searah yang dapat mengalir hanya sesaat saja dan waktu yang pendek, yaitu pada saat kapasitor dalam keadaan diisi (charged). Kemudian arus searah didalam kapasitor akan menjadi nol kembali. Hal tersebut membuktikan bahwa kapasitor tidak dapat dilalui arus searah atau dikatakan kapasitor memblokir arus searah.^[5]

Hambatan aliran elektron ketika melewati kapasitor pada rangkaian AC disebut sebagai 'Reaktansi Kapasitif', reaktansi kapasitif dihitung dalam satuan Ohm (Ω) sama halnya seperti resistansi dan reaktansi induktif. Simbol reaktansi induktif adalah ' X_L ', pada rangkaian AC sederhana, reaktansi kapasitif dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.^[5]

$$X_C = V \times I \quad (3)$$

2.3 Volt Meter

Volt Meter adalah Alat ukur yang digunakan untuk mengetahui besarnya tegangan Listrik. Sesuai dengan jenis tegangan yang akan di ukur, maka Volt Meter dibedakan menjadi 2 yaitu Voltmeter AC dan DC.^[4]

2.4 Ampere Meter

Alat ukur ini digunakan untuk mengetahui besarnya arus/aliran listrik baik berupa Arus listrik yang diproduksi Generator, maupun Arus listrik yang didistribusikan ke jaringan distribusi.^[4]

2.5 MCB (Miniature Circuit Breaker)

MCB (Miniature Circuit Breaker) adalah saklar atau perangkat elektromekanis yang berfungsi sebagai pelindung rangkaian instalasi listrik dari arus lebih (over current). MCB sebenarnya memiliki fungsi yang sama dengan sekering (fuse), yaitu akan memutus aliran arus listrik circuit ketika terjadi gangguan arus lebih. Prinsip kerja MCB sangat sederhana, ketika ada arus lebih maka arus lebih tersebut akan menghasilkan panas pada bimetal, saat terkena panas bimetal akan melengkung sehingga memutuskan kontak MCB (Trip). Selain bimetal, pada MCB biasanya juga terdapat solenoid yang akan mengtripkan MCB ketika terjadi grounding (ground fault) atau hubung singkat (short circuit).^[3]

Namun penting juga untuk di ingat, bahwa MCB juga bisa trip dengan panas (over heating) yang diakibatkan karena kesalahan desain/perencanaan instalasi, seperti ukuran kabel yang terlalu kecil untuk digunakan dalam arus yang tinggi, sehingga menghasilkan panas, yang lama-kelamaan akan

melekungkan bimetal dan mengtripkan MCB. Oleh karena itu penggunaan kabel instalasi juga harus memperhatikan standar maksimum arus (A) kabel yang akan digunakan, dan arus kabel tersebut tidak boleh lebih kecil dari arus maksimum rangkaian/circuit. [3]

2.6 Kontaktor Magnetik

Magnetic Contactor (MC) adalah sebuah komponen yang berfungsi sebagai penghubung/kontak dengan kapasitas yang besar dengan menggunakan daya minimal. Dapat dibayangkan MC adalah relay dengan kapasitas yang besar. Umumnya MC terdiri dari 3 pole kontak utama dan kontak bantu (aux. contact). Magnetic Contactor atau Kontaktor AC, perangkat pengendalian otomatis, sangat cocok untuk menggunakan di sirkuit sampai tegangan maksimal 690v 50Hz atau 60Hz dan arus sampai 780A dari 6A dalam penggunaannya kontaktor dengan struktur lebih simple / kompak, ukuran kecil dan ringan, secara luas diaplikasikan dalam rangkaian pengendalian, terutama mengendalikan motor atau perangkat listrik lainnya. [2]

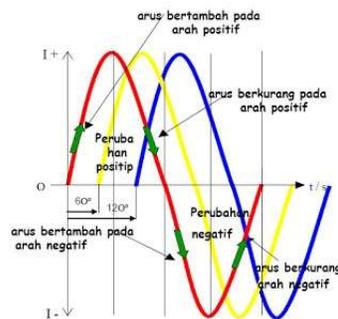
Prinsip Kerja Sebuah kontaktor terdiri dari koil, beberapa kontak Normally Open (NO) dan beberapa Normally Close (NC). Pada saat satu kontaktor normal, NO akan membuka dan pada saat kontaktor bekerja, NO akan menutup. Sedangkan kontak NC sebaliknya yaitu ketika dalam keadaan normal kontak NC akan menutup dan dalam keadaan bekerja kontak NC akan membuka. [2]

2.7 Push Button

Push Button atau dalam bahasa Indonesianya yaitu saklar tekan yang artinya alat ini akan bekerja dengan cara ditekan, alat ini sangat umum, banyak digunakan diberbagai mesin baik itu diindustri ataupun diinstansi pendidikan lainnya. Alat ini berfungsi sebagai pemberi sinyal masukan pada rangkaian listrik, ketika / selama bagian knopnya ditekan maka alat ini akan bekerja sehingga kontak-kontaknya akan terhubung untuk jenis normally open dan akan terlepas untuk jenis normally close, dan sebaliknya ketika knopnya dilepas kembali maka kebalikan dari sebelumnya, untuk membuktikannya pada terminalnya bisa digunakan alat ukur tester / ohm meter, pada umumnya pemakaian terminal jenis NO digunakan untuk menghidupkan rangkaian dan terminal jenis NC digunakan untuk mematikan rangkaian, namun semuanya tergantung dari kebutuhan mesin. [4]

2.8 Motor AC 3 Fasa

Motor AC 3 phase bekerja dengan memanfaatkan perbedaan fasa sumber untuk menimbulkan gaya putar pada rotornya. Jika pada motor AC 1 phase untuk menghasilkan beda phase diperlukan penambahan komponen Kapasitor, pada motor 3 phase perbedaan phase sudah didapat langsung dari sumber seperti terlihat pada gambar arus 3 phase berikut ini: [1]



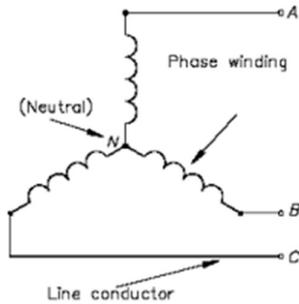
Gambar 1. Grafik arus 3 fasa

Pada gambar di atas, arus 3 phase memiliki perbedaan phase 60 derajat antar phasanya. Dengan perbedaan ini, maka penambahan kapasitor tidak diperlukan.

Pengasutan merupakan metode penyambungan kumparan-kumparan dalam motor 3 phase. Ada 2 model penyambungan kumparan pada motor 3 phase yaitu: Sambungan Bintang dan Sambungan Segitiga.^[1]

a. Motor bekerja Bintang/ Star

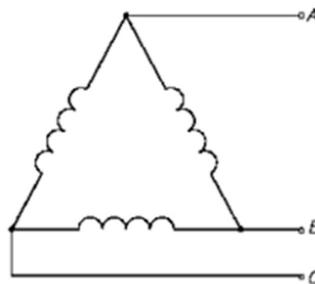
Berarti motor harus dihubungkan bintang baik secara langsung pada terminal maupun melalui rangkaian kontrol.



Gambar 2. Hubungan Bintang/ Star (Y)

b. Motor bekerja segitiga /Delta (▲)

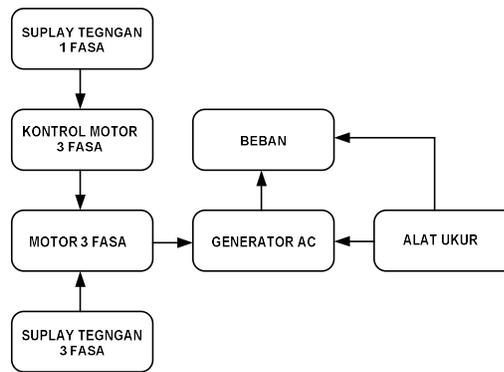
Berarti motor harus dihubungkan segitiga baik secara langsung pada terminal maupun melalui rangkaian kontrol. Kecuali mesin-mesin yang berkapasitas tinggi diatas 10 HP, maka motor tersebut wajib bekerja segitiga (▲) dan harus melalui rangkaian kontrol star delta baik secara mekanik, manual, PLC.



Gambar 3. Hubungan Delta (▲)

2.9 Desain Sistem

Desain sistem sederhana untuk rancang bangun modul praktek trainer Generator Induksi digambarkan sebagai berikut :



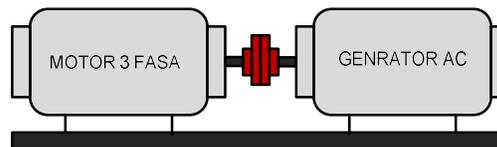
Gambar 4. Desain sistem modul trainer

2.10 Perancangan Modul Trainer Generator Induksi

Perancangan Modul Trainer Generator Induksi terbagi dua yaitu perancangan modul generator dan trainer generator untuk pengontrolan Besaran Listrik

Perancangan Modul Generator Induksi

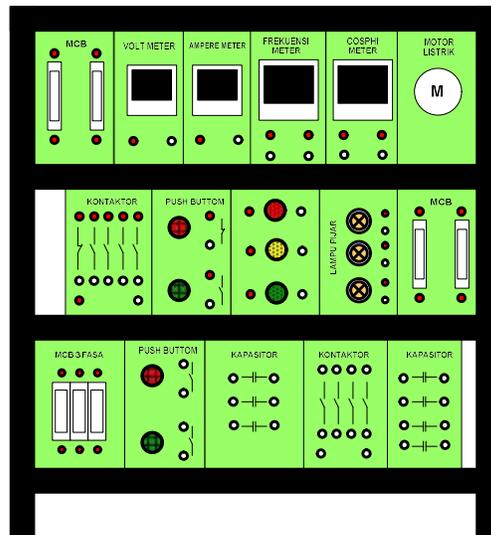
Modul Generator di buat dengan menggunakan Generator Dari Genset yang dipisahkan dari mesinnya. Generator ini berdaya Maksimal 600Watt dan Motor 3 Fasa dengan Daya 2 HP yang disesuaikan dengan mesin asli Genset yang berdaya 2 HP. Penggabungan antara motor dan generator menggunakan Kopling Poros, dalam penelitian ini tidak digunakan fembel agar menghindari adanya saling tarik menarik antara poros. Selain itu dalam melakukan perancangan ini digunakan kopling agar Rpm yang diperoleh sama antara motor dan generator. Berikut desain modul motor generator AC. ^[6]



Gambar 5. Desain Modul Generator Induksi

Perancangan Trainer Generator Induksi

Trainer generator dibuat dengan menggunakan Bahan Alumunium pada rangkanya, Achrilic pada isinya, yang dipotong sesuai dengan ukuran rangka, dan dibuat agar dapat dipakai untuk meletakkan peralatan yang digunakan trainer Generator Induksi. Berikut gambar rancangan trainer.



Gambar 6. Desain trainer Generator Induksi

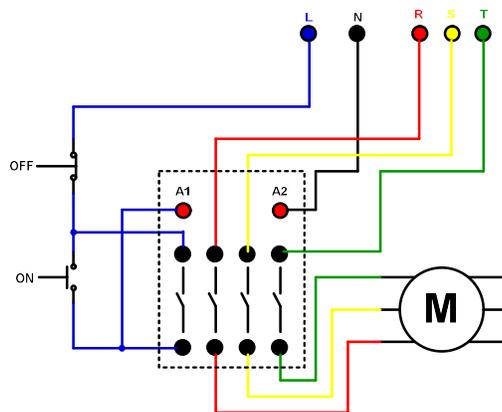
Desain Trainer ini berisi Beberapa alat Listrik Yaitu :

- | | |
|----------------------------|-------------------------|
| 1. Volt Meter Digital | 8. Lampu Pijar 40 Watt |
| 2. Ampere Meter Digital | 9. Lampu Pijar 60 Watt |
| 3. CosPhi Meter Analog | 10. Lampu Pijar 75 Watt |
| 4. Frekuensi Meter Digital | 11. Lampu Indikator |
| 5. MCB 1 Fasa | 12. Kontaktor |
| 6. MCB 3 Fasa | 13. Kapasitor |
| 7. Push Buttom | 14. Motor Listrik 1fasa |

3. PEMBAHASAN

3.1 Pengoperasian Motor 3 Fasa Untuk Menggerakkan Generator Induksi 1 fasa

Generator induksi ini dapat menghasilkan listrik dengan cara diputar hingga mencapai putaran sinkron. Untuk memutar generator maka digunakan motor 3 fasa sebagai penggerak. Untuk menggerakkan motor 3 fasa maka perlu rangkaian control motor 3 fasa. Berikut adalah rangkaian control motor 3 fasa:

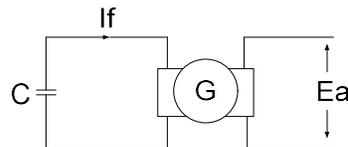


Gambar 7. Rangkaian kontrol motor 3 fasa

Pada gambar di atas terlihat bahwa fasa (L) dihubungkan pada salah OFF yang merupakan push button NC dan selanjutnya terhubung ke ON yang merupakan push buton NO. Pada netral (N) dihubungkan ke A2 yaitu koil kontaktor. Pada saat push button di tekan maka tegangan akan terhubung ke A1 yang merupakan koil kontaktor, dan kontaktor bekerja dimana semua NO pada kontaktor akan close atau terhubung. Pada saat push button ON di lepas kontaktor tetap ON, Hal ini karena fasa telah dihubungkan pada salah satu NO kontaktor sehingga kontaktor tetap aktif, hal ini merupakan penerapan prinsip kerja Pangunci. Jika dihubungkan tegangan 3 fasa ke kontaktor sebagai saklar untuk menghidupkan motor, maka pada saat kontaktor aktif akan membuat motor 3 fasa Aktif. Pada saat motor 3 fasa aktif akan memutar poros pada generator berputar, pada saat generator sudah berputar menandakan bahwa generator telah siap digunakan untuk pengujian karakteristik beban. Untuk mematikan motor 3 fasa, cukup dengan menekan push button OFF yang akan membuat rangkain menjadi terputus, sehingga kontaktor akan nonaktif dan motor 3 fasa akan stop.

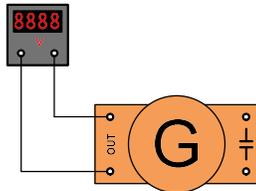
3.2 Pengujian Karakteristik Generator Induksi Beban Nol

Karakteristik generator tanpa beban adalah ketika arus jangkar (I_a) tidak mengalir pada stator, sehingga tidak terdapat pengaruh reaksi jangkar. Fluks hanya dihasilkan oleh arus medan (I_f). Bila besarnya arus medan dinaikkan, maka tegangan keluaran juga akan naik sampai titik saturasi (jenuh), berikut ini percobaan tentang karkateristik beban nol dengan menggunakan kapasitor untuk mendapatkan arus medan yang bervariasi. Pengujian karakteristik generator beban nol menggunakan rangkaian berikut:



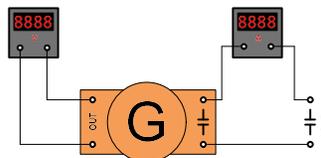
Gambar 8. Rangkaian generator beban nol

1. Pengujian pertama adalah tanpa menggunakan kapasitor, dengan menggunakan rangkaian berikut:



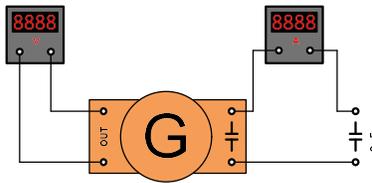
Gambar 9. Rangkaian percobaan karaketristik beban nol Tanpa menggunakan kapasitor

2. Pengujian kedua adalah dengan menggunakan kapasitor 1,2 μ F. dengan menggunakan rangkaian berikut:



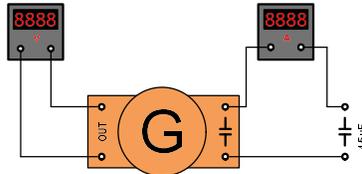
Gambar 10. Rangkaian percobaan karaketristik beban nol dengan menggunakan kapasitor 1,2 μ F

3. Pengujian ketiga adalah dengan menggunakan kapasitor 3 μ F. dengan menggunakan rangkaian berikut:



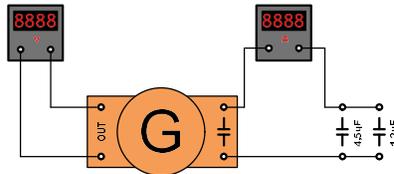
Gambar 11. Rangkaian percobaan karakteristik beban nol dengan menggunakan kapasitor 3 μF

4. Pengujian keempat adalah dengan menggunakan kapasitor 4,5 μF . dengan menggunakan rangkaian berikut:



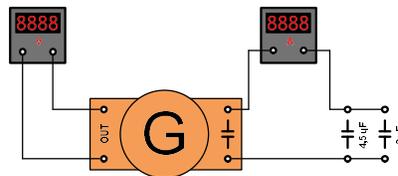
Gambar 10. Rangkaian percobaan karakteristik beban nol dengan menggunakan kapasitor 4,5 μF

5. Pengujian kelima adalah dengan menggunakan kapasitor 5,7 μF . dengan menggunakan rangkaian berikut:



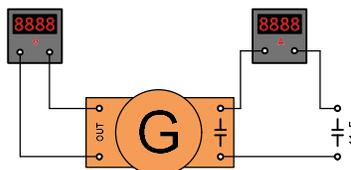
Gambar 11. Rangkaian percobaan karakteristik beban nol dengan menggunakan kapasitor 5,7 μF

6. Pengujian keenam adalah dengan menggunakan kapasitor 7,5 μF . dengan menggunakan rangkaian berikut:



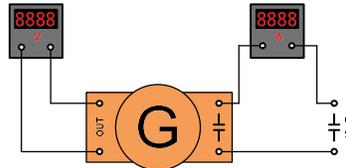
Gambar 12. Rangkaian percobaan karakteristik beban nol dengan menggunakan kapasitor 7,5 μF

7. Pengujian ketujuh adalah dengan menggunakan kapasitor 11 μF . dengan menggunakan rangkaian berikut:



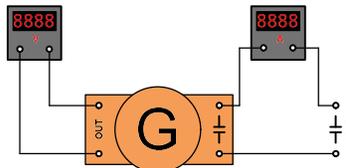
Gambar 13. Rangkaian percobaan karakteristik beban nol dengan menggunakan kapasitor 11 μF

8. Pengujian kedelapan adalah dengan menggunakan kapasitor 12 μF . dengan menggunakan rangkaian berikut:



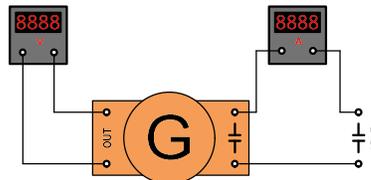
Gambar 14. Rangkaian percobaan karakteristik beban nol dengan menggunakan kapasitor 12 μF

9. Pengujian kesembilan adalah dengan menggunakan kapasitor 14 μF . dengan menggunakan rangkaian berikut:



Gambar 15. Rangkaian percobaan karakteristik beban nol dengan menggunakan kapasitor 14 μF

10. Pengujian kesepuluh adalah dengan menggunakan kapasitor 15 μF . dengan menggunakan rangkaian berikut:



Gambar 16. Rangkaian percobaan karakteristik beban nol dengan menggunakan kapasitor 15 μF

Setelah melakukan pengujian-pengujian di atas maka diperoleh hasil, sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Percobaan Karakteristik Beban Nol

C (μF)	If (A)	Ea (V)	TEGANGAN C (V)
Tanpa Kapasitor	0	12	4
1,2	0,000	12	4
3	0,036	14	5
4,5	0,058	16	6
5,7	0,074	17	7
7,5	0,080	17	7
11	0,097	22	8
12	0,119	25	9
14	0,148	30	12
15	1,015	214	88

Berdasarkan hasil pengujian di atas maka telah sesuai dengan prinsip karakteristik generator beban nol dimana bila arus medan (I_f) di naikan maka nilai tegangan terminal akan naik. Pada

pengujian pertama sampai terakhir nilai arus medan terus mengalami kenaikan, hal ini di sebabkan karena nilai kapasitor yang di ubah-ubah.

3.3 Hubungan Antara Arus Medan dan Kapasitor

Arus medan pada generator induksi dipengaruhi oleh kapasitor hal ini karena saat kapasitor di lewati arus bolak balik maka akan terjadi reaktansi kapasitif hal ini yang mempengaruhi besarnya arus medan berikut perhitungan reaktansi kapasitif dan arus medan.

$$I_f = V_c / X_c$$

$$X_c = V / I_f \quad [3]$$

Tabel 2. Hubungan Arus medan dan Kapasitor

C (µF)	I _f (A)	X _c (Ohm)	TEGANGAN C (V)
Tanpa Kapasitor	0	0	4
1,2	0,000	0	4
3	0,036	138,89	5
4,5	0,058	103,45	6
5,7	0,074	94,59	7
7,5	0,080	87,50	7
11	0,097	82,47	8
12	0,119	75,63	9
14	0,148	81,08	12
15	1,015	86,70	88

3.4 Hubungan Antara Tegangan Terminal dan Fluks Medan

Pada karakteristik generator tanpa beban, besarnya tegangan terminal dipengaruhi oleh besarnya fluks magnet yang di hasilkan oleh arus Medan. Setelah di lakukan pengukuran, maka dapat di hitung berapa besar fluks yang di hasilkan menggunakan persamaan berikut:

$$E_a = c.n.\phi \quad [2]$$

$$\phi = \frac{E_a}{c \times n}$$

Tabel 4.3 Hubungan Antara tegangan terminal dan Fluks medan

E _a (V)	r/m	Fluks Medan (Wb)
12	3000	0.00090
12	3000	0.00090
14	3000	0.00105
16	3000	0.00120
17	3000	0.00128
17	3000	0.00128
22	3000	0.00165
25	3000	0.00188
30	3000	0.00225
214	3000	0.01607

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Pada generator beban nol kapasitor berfungsi sebagai penguat arus medan.
2. Besarnya Tegangan Terminal pada beban nol (E_a) di pengaruhi oleh arus medan (I_f)
3. Semakin Besar kapasitansi kapasitor maka semakin besar pula arus medan generator.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Muchain, ST.,MT, Ismail. 2011. *Mesin Serempak* . Yogyakarta : Pusat Pengembangan Bahan Ajar-UMB
- [2] Muhlisin, Muhammad. 2011. *Kontaktor Sebagai Komponen pengendali Motor Listrik*. Sumatra Selatan :Muhammad Muhlisin
- [3] Priowirjanto, Gator. 2003. *Instalasi Listrik Dasar*. Jakarta : Dr. Ir. Gator Priowirjanto
- [6] Tobi, Markus, and VINA VAN HARLING. 2017. “STUDI PERENCANAAN PEMBANGUNAN PLTMH DI KAMPUNG SASNEK DISTRIK SAWIAT KABUPATEN SORONG SELATAN PROVINSI PAPUA BARAT”. *Electro Luceat* 3 (1), 32-43. <https://doi.org/10.32531/jelekn.v3i1.63>.
- [4] Universitas Indonesia. 2014. *Buku Panduan Praktikum Sistem tenaga Listrik*. Jakarta : Laboratorium Konversi Energi Listrik Universitas Indonesia
- [5] Anonim. <http://aifkapasitif.blogspot.co.id/2013/01/reaktansi-kapasitif-ilmu-fisika.html>