



JURNAL KAJIAN TEKNIK ELEKTRO

PENERAPAN IPTV PADA JARINGAN SERAT OPTIK FTTH

(Sri Hartanto)

AUDIT ENERGI UNTUK PENGGUNAAN DAYA LISTRIK PADA GEDUNG PERKANTORAN PT. ASTRA OTOPARTS TBK JAKARTA

(Leni Devera Asrar, Suwito , Zulkifli)

RANCANG BANGUN ALAT SINKRON UNTUK MENGGABUNGAN DUA GENERATOR TIGA FASA

(Banu Dwi Rahman, Ahmad Rofii)

RANCANG BANGUN SISTEM JEMURAN OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO

(Yosef Cafasso Yuwono, Syah Alam)

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING RUMAH BERBASIS ARDUINO WEBSERVER DAN SERIAL KAMERA VC0706

(Indra Pramudita, Herwin Hutapea)

ANALISIS JENIS MATERIAL DINDING BATU BATA PADA BANGUNAN TERHADAP DAYA PANCAR SINYAL WIFI

(Kukuh Aris Santoso, Rajes Khana)

IOT BERBASIS SISTEM SMART HOME MENGGUNAKAN NODEMCU V3

(Muhammad Aluh, Lita Lidyawati)

RANCANG BANGUN KIT PRAKTIKUM PLC SCHNEIDER M221 di LABORATORIUM OTOMASI

(Arizal Rahman, Nasrun Haryanto)

ANALISA PERBANDINGAN PENGUKURAN MARGIN SINYAL DVB-S2 PADA SATELIT ASIASAT 9

(Kun Fayakun, Alfian Afandi, Fida Afifah, Harry Ramza)



Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta

Jurnal Kajian Teknik Elektro

Vol.3

No.2

Hal.67-172

September- Februari 2019

E-ISSN 2502-8464

JURNAL KAJIAN TEKNIK ELEKTRO

Vol.3 No.2

E - ISSN 2502-6484

Susunan Team Redaksi Jurnal Kajian Teknik Elektro

Pemimpin redaksi

Setia Gunawan

Dewan Redaksi

Syah Alam
Ikhwanul Kholis
Ahmad Rofii
Rajesh Khana

Redaksi Pelaksana

Kukuh Aris Santoso

English Editor

English Center UTA`45 Jakarta

Staf Sekretariat

Dani
Suyatno

Alamat Redaksi

Program Studi Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta
Jl.Sunter Permai Raya, Jakarta Utara, 14350, Indonesia
Telp: 021-647156666-64717302, Fax:021-64717301

JURNAL KAJIAN TEKNIK ELEKTRO

Vol.3 No.2

E - ISSN 2502-6484

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----|
| PENERAPAN IPTV PADA JARINGAN SERAT OPTIK FTTH | 67 |
| (Sri Hartanto) | |
| AUDIT ENERGI UNTUK PENGGUNAAN DAYA LISTRIK PADA GEDUNG PERKANTORAN PT. ASTRA OTOPARTS TBK JAKARTA | 77 |
| (Leni Devera Asrar, Suwito , Zulkifli) | |
| RANCANG BANGUN ALAT SINKRON UNTUK MENGGABUNGAN DUA GENERATOR TIGA FASA | 92 |
| (Banu Dwi Rahman, Ahmad Rofii) | |
| RANCANG BANGUN SISTEM JEMURAN OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO | 104 |
| (Yosef Cafasso Yuwono, Syah Alam) | |
| RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING RUMAH BERBASIS ARDUINO WEBSERVER DAN SERIAL KAMERA VC0706 | 114 |
| (Indra Pramudita, Herwin Hutapea) | |
| ANALISIS JENIS MATERIAL DINDING BATU BATA PADA BANGUNAN TERHADAP DAYA PANCAR SINYAL WIFI | 127 |
| (Kukuh Aris Santoso, Rajes Khana) | |
| IOT BERBASIS SISTEM SMART HOME MENGGUNAKAN NODEMCU V3 | 138 |
| (Muhammad Aluh, Lita Lidyawati) | |
| RANCANG BANGUN KIT PRAKTIKUM PLC SCHNEIDER M221 di LABORATORIUM OTOMASI | 150 |
| (Arizal Rahman, Nasrun Haryanto) | |
| ANALISA PERBANDINGAN PENGUKURAN MARGIN SINYAL DVB-S2 PADA SATELIT ASIASAT 9 | 162 |
| (Kun Fayakun, Alfani Afandi, Fida Afifah, Harry Ramza) | |

RANCANG BANGUN ALAT SINKRON UNTUK MENGGABUNGKAN DUA GENERATOR TIGA FASA

Banu Dwi Rahman^[1], Ahmad Rofii^[2]

¹⁾Program Studi Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta, 14350

²⁾Program Studi Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta, 14350
e-mail: dwirahmanbanu@gmail.com^[1] rofii.rofii@gmail.com^[2]

ABSTRAK

Dalam perkembangan teknologi saat ini kebutuhan akan daya listrik semakin besar, dimana saat ini Indonesia sebagai negara berkembang sedang melakukan pembangunan secara besar-besaran. Seperti pembangunan gedung baru, pembangunan pabrik baru, dan pembangunan infrastruktur yang lainnya, begitu juga banyaknya kebutuhan masyarakat akan penambahan daya listrik. Terlebih lagi akan diterapkan *smart grid system* di Indonesia, sehingga PLN bukan hanya distributor tunggal untuk menyediakan daya listrik di Indonesia, dengan menggunakan alat sinkronisasi generator dapat mendistribusikan jaringan listrik pandai yang mampu menyokong kegiatan atau aksi-aksi dari semua pengguna. Alat sinkron generator yang dirancang pada penelitian ini berupa trainer alat sinkron generator untuk aplikasi penggabungan dua buah sumber jaringan listrik dengan beberapa proteksi. Hasil dari pengujian alat sinkron generator dalam penelitian ini mampu menggabung dua buah sumber jaringan listrik tanpa salah satu dari generator terbebani secara signifikan, dan mampu menggabungkan dua buah generator dengan frekuensi yang sama, tegangan yang sama dan sudut fasa yang sama (sudut fasa dua buah generator berhimpit) dengan demikian telah dapat tercapai sehingga dapat digunakan untuk aplikasi penggabungan dua buah generator dan juga *trainer* di laboratorium.

Kata kunci : Sinkronisasi, generator, *Under-Over Frequency Relay* (UFR), proteksi.

ABSTRACT

In the development of technology, the current demand for electricity is increasing, where currently Indonesia as a developing country is doing massive development. Like the construction of new buildings, construction of new factories, and other infrastructure development, so too many community needs will increase electricity. Moreover, smart grid systems will be implemented in Indonesia, so that PLN is not only the sole distributor to provide electricity in Indonesia, by using a generator synchronization tool, it can distribute smart electricity networks that can support activities or actions of all users. The synchronous generator tool designed in this study is a synchronous generator tool trainer for the application of combining two sources of electricity networks with several protections. The results of testing the synchronous generator tool in this study were able to combine two sources of electricity without one of the generators being burdened significantly, and able to combine two generators with the same frequency, the same voltage and the same phase angle (phase angle of two generators coincide) thus can be achieved so that it can be used for the application of combining two generators and also a trainer in the laboratory.

Keyword : Generator synchronization, *Under-Over Frequency Relay* (UFR).

1. PENDAHULUAN

Dalam perkembangan teknologi saat ini kebutuhan akan daya listrik semakin besar, dimana saat ini Indonesia sebagai negara berkembang sedang melakukan pembangunan secara besar-besaran. Seperti pembangunan gedung baru, pembangunan pabrik baru, dan pembangunan infrastruktur yang lainnya, begitu juga banyaknya kebutuhan masyarakat akan penambahan daya listrik. Terlebih lagi akan diterapkan *smart grid system* di Indonesia. Teknologi sinkronisasi generator memberikan kemudahan untuk implementasi *smart grid system*, juga untuk pengguna daya listrik yang ingin menggunakan daya listrik lebih besar dari sebelumnya. Pada kasus ini diperlukan generator dan alat sinkron untuk menyokong kebutuhan daya listrik yang lebih besar, juga di saat terjadinya masalah pada jaringan PLN dan untuk menjamin kontinuitas ketersediaan daya listrik. Dalam penelitian sebelumnya oleh [2] dengan menggunakan sistem PLC (*Software*) sebagai proteksi dan otomatisasi alat sinkron generator tersebut. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh [3] dengan menggunakan pengendalian sinkronisasi generator dengan sumber pembangkit listrik secara otomatis berbasis mikrokontroler, IC mikrokontroler yang dipergunakan adalah ATMEGA32.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Generator

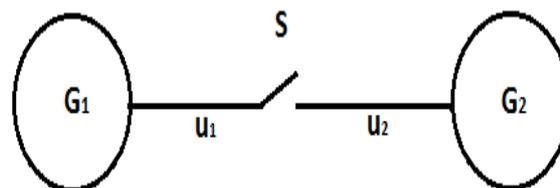
Generator merupakan sebuah peralatan yang dapat mengubah energi gerak (mekanik) menjadi energi listrik (elektrik). Perubahan energi ini terjadi karena adanya gerakan relatif antara medan magnet dengan kumparan generator. Terjadinya perubahan medan magnet pada kumparan jangkar apabila ada pergerakan medan magnet terhadap kumparan jangkar atau sebaliknya kejadian ini disebut dengan pergerakan relatif.

B. *Sharing Power*

Sharing Power adalah istilah dari suatu generator yang bekerja secara bersama-sama, terdiri dari beberapa generator yang melayani beban pada porsi masing-masing sesuai dengan kebutuhan. Pada umumnya mesin sinkron dan terutama yang berdaya besar digunakan sebagai generator. Sebagai generator ia digerakkan oleh sebuah penggerak mula.

B.1 Sinkronisasi

Sinkronisasi pada dua buah generator G_1 dan G_2 yang sebagaimana terdapat pada gambar 1. Generator dihubungkan oleh sebuah saklar S, syarat-syarat yang harus dipenuhi untuk dapat menutup saklar S sehingga generator G_1 dapat dihubungkan secara parallel pada generator G_2 .



Gambar 1. Dua buah generator dihubungkan oleh saklar S

Misal generator G_1 menghasilkan tegangan U_1 dengan frekuensi f_1 sedangkan generator G_2 menghasilkan tegangan U_2 dengan f_2 dimana:

$$U_1 \neq U_2 \text{ dan } f_1 \neq f_2$$

B.2 Metode Lampu Gelap

Salah satu metode sederhana untuk mesinkronkan dua generator sinkron atau mesinkronkan sebuah generator pada jaringan adalah dengan mempergunakan sistem sinkronoskop lampu gelap. Generator G akan dihubungkan paralel dengan jaringan PLN $U = R$, $V = S$, $W = T$. Pada setiap fasa akan dipasang sebuah lampu L antara titik satu dan titik dua dari saklar S. Jika antara kedua titik itu masih ada perbedaan tegangan maka lampu L masih menyala. Bila sistem tegangan generator G dan sistem tegangan jaringan R – S – T telah sinkron maka perbedaan tegangan antara titik satu dan titik dua adalah nol, dan ketiga lampu L tidak menyala. Pada saat inilah saklar S boleh ditutup, ketiga lampu juga dapat diganti dengan alat ukur volt. Ketika ketiga alat ukur volt menunjukkan angka nol maka saat itulah saklar S dapat ditutup. [5]

C. Frekuensi

Kondisi mesin-mesin agak berbeda sesaat sebelum dan sesaat sesudah dipasang paralel. Bilamana bekerja paralel, mesin-mesin mempunyai frekuensi yang identik. Semua generator dari pusat-pusat listrik yang tersambung, harus bekerja dengan frekuensi yang identik. Frekuensi jaringan secara ideal adalah sebesar 50 Hz. Seluruh jaringan dapat menyambung misalnya dari 49,9 hingga 50,1 Hz. Jumlah siklus yang terjadi dalam satu hari adalah sebagai berikut: $50 \text{ siklus/detik} \times 60 \text{ detik/menit} \times 60 \text{ menit/jam} \times 24 \text{ jam/hari} = 4.320.000 \text{ siklus sehari.}$ [5]

Pada rumus $f = ((P \times n)/120)$ maka terdapat hubungan yang sebanding antara f dan n, jika frekuensi tidak serupa ($f_1 > f_2$) maka seolah-olah generator pertama (G_1) akan menarik generator kedua (G_2) dan generator dua (G_2) diperlakukan sebagai beban oleh generator satu (G_1). Untuk mencari n maka secara rumus

$$N = 120f/P. \quad (1)$$

Dimana :

f = frekuensi

P = jumlah kutub generator (biasanya P=4)

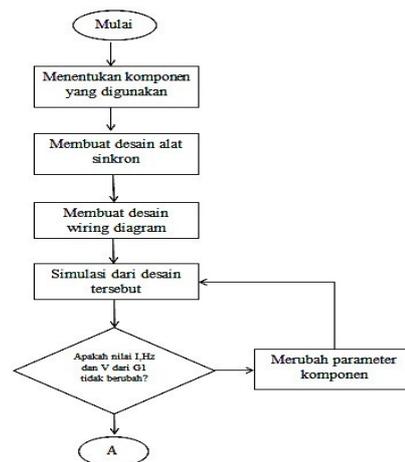
n = putaran permenit (RPM)

3. METODE PERANCANGAN

Pada penelitian ini akan dirancang alat sinkron generator untuk menggabungkan dua buah generator. Untuk merancang alat sinkron generator ini menggunakan program komputer (*software*) diantaranya ETAP 12.5, *Software* Microsoft Visio 2013, dan AutoCad . Pada proses perancangan alat sinkron generator menggunakan aplikasi proteus 8 untuk membuat simulasi awal sebelum membuat desain tetap alat sinkron generator dan merancang gambar *wiring* diagram dengan beban motor tiga fasa. Adapun rician tahapan proses perencanaan tersebut sebagai berikut:

A. Diagram Alir Rancang Bangun Alat Sinkron Generator

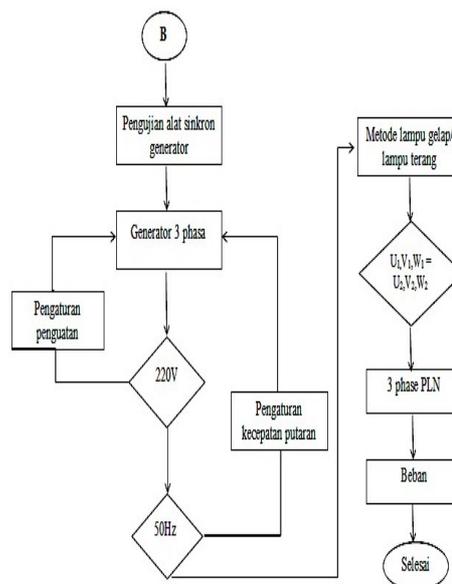
Langkah awal dalam perancangan alat sinkron ini adalah menentukan komponen apa saja yang di butuhkan untuk rancang bangun generator alat sinkron yang telah di tetapkan sesuai spesifikasi yang di butuhkan seperti parameter tegangan berupa 3 phase 380V dan frekuensi sebesar 50hz. Diagram alir yang digunakan untuk merancang desain rancang bangun alat sinkron seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 2. Flowchart desain awal alat sinkron

B. Diagram Alir Rancang Pengujian Alat Sinkron Generator

Tahap ini merupakan langkah akhir dalam membuat perencanaan alat sinkron generator untuk di fabrikasi. Adapun proses diagram alir penelitian dalam perancangan alat sinkron generator untuk aplikasi menggabungkan dua buah generator seperti Gambar 3 dibawah ini:

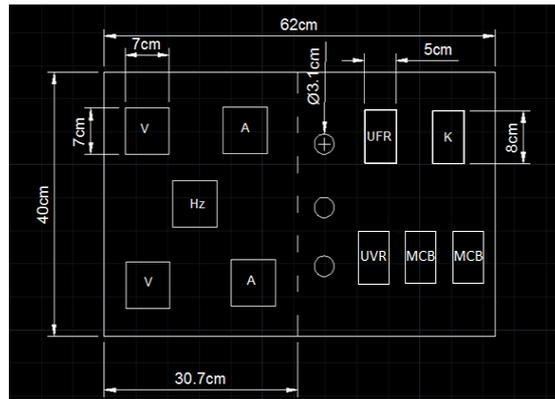


Gambar 3. Flowchart pengujian alat sinkron generator

4. HASIL RANCANG BANGUN ALAT SINKRON GENERATOR DAN PENGUJIAN

A. Desain Rancang Bangun Alat Sinkron

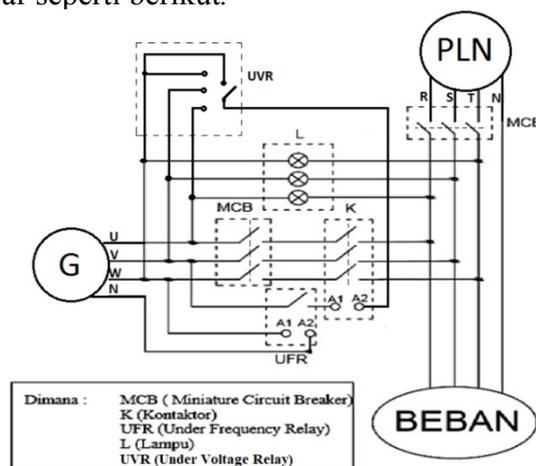
Pada Gambar 4 menunjukan hasil desain alat sinkron generator, dalam pembuatan desain awal alat sinkron generator terlebih dahulu diketahui sifat dan kemampuan hantar arus juga tegangan dari komponen bahan penyusun alat sinkron generator diantaranya spesifikasi alat-alat ukur yang digunakan, komponen proteksi yang digunakan dan sumber tegangan yang tersedia adalah 110V (a.s) antar fasa dari generator di laboratorium dan sumber tegangan dari PLN adalah 380V (a.s) antar fasa kemudian diturunkan dengan trafo *step down* menyesuaikan tegangan generator lab.



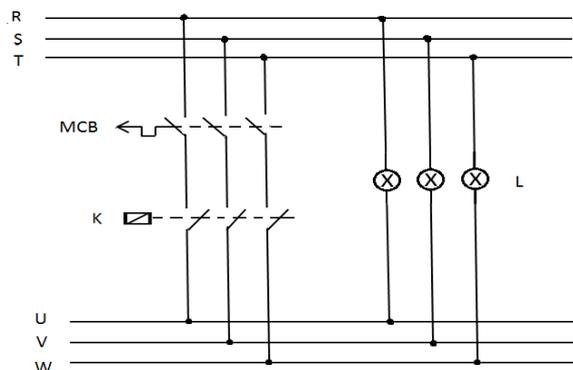
Gambar 4. Hasil Desain (AutoCad)

B. Desain Rangkaian

Desain rangkaian alat sinkron generator dibuat untuk menghasilkan penggambaran rangkaian listrik yang memberikan informasi secara detail agar mudah dipahami, dari mulai simbol komponen rangkaian listrik sampai dengan koneksi rangkaian dengan komponen listrik lain. Fungsi dari *wiring* diagram tersebut adalah untuk mempermudah dalam mengikuti jalur dari sebuah rangkaian sebagai petunjuk dari sistem kelistrikan. Diagram Rangkaian yang di hasilkan adalah diagram rangkaian utama atau *wiring diagram*, diagram rangkain skema atau *schematic diagram* dan diagram rangkain kendali segaris atau *one-line diagram*, gambar seperti berikut.

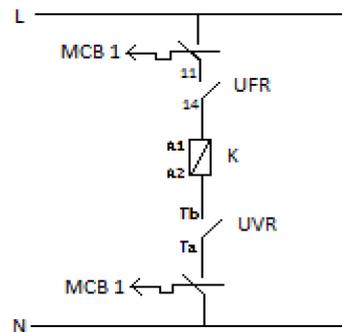


Gambar 5. *Wiring Diagram* Alat Sinkron Generator



Gambar 6. *Schematik Diagram*

Pada Gambar.6 diperlihatkan sebuah rangkain skema dimana alat sinkro tersebut di kendalikan oleh sebuah kontaktor, tiga buah lampu yang di pasang pada rangkaian berfungsi untuk *monitoring* perbedaan fasa pada dua buah sumber tegangan dan juga mcb pada alat sinkron generator berfungsi untuk proteksi hubung singkat atau beban berlebih.

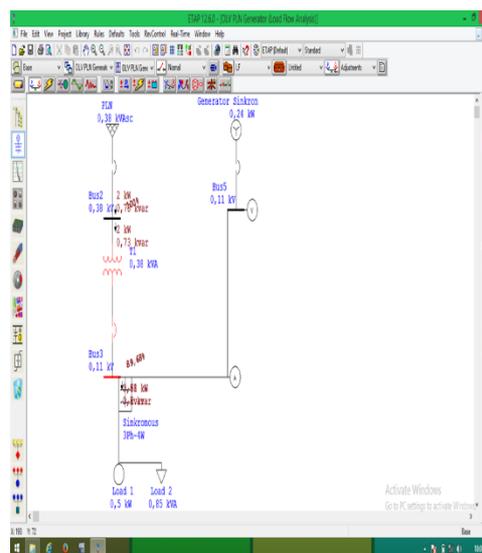


Gambar 7. One-Line Diagram Alat Sinkron Generator

Pada Gambar.7 diperlihatkan sebuah diagram segaris yang mengendalikan kontaktor, kontak point A1 dan A2 dari kontaktor dikendalikan oleh *Under-Over Frekuensi Relay (UFR)* dan di kendalikan oleh *Under-Over Voltage Relay(UVR)*. UFR bekerja bilamana frekuensi yang di ditetapkan sudah sesuai dengan pengaturan selektor yang diatur pada UFR dan UVR bekerja bilamana tegangan yang ditetapkan sudah sesuai dengan pengaturan selektor yang diatur pada pada UVR, UVR juga memproteksi kehilangan tegangan salah satu fasa dari tiga fasa dan juga bila ada salah satu fasa yang kendur (*Fase Failure*), dan UVR memproteksi terbaliknya fasa dimana ketentuan yang berlaku $R=U$, $S=V$, $T=W$ (*Fase Squance Relay*).

C. Simulasi dari Alat Sinkron Generator

Hasil rancangan simulasi alat sinkron generator dengan menggunakan *software* ETAP menunjukkan bahwa hasil tersebut tidak ada gangguan pada jaringan kelistrikan yang ada sehingga dapat diaplikasikan di laboratorium yang sesungguhnya untuk pengujian alat sinkron generator tersebut.



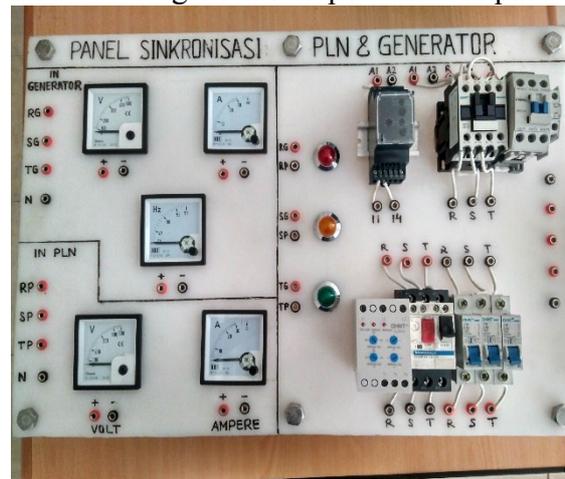
Gambar 8. Hasil simulasi

C1. Pembuatan Alat Sinkron Generator

Rancang bangun alat sinkron generator dilakukan dengan beberapa tahap yaitu sebagai berikut:

1. Menyediakan bahan-bahan yang diperlukan
2. Pemotongan papan acrylic sesuai dengan yang dibutuhkan
3. Pemasangan komponen alat sinkron generator
4. Pemasangan konektor dan kabel sebagai penghubung antar komponen alat sinkron generator

Hasil pembuatan alat sinkron generator seperti terlihat pada Gambar 7



Gambar 9. Alat Sinkron Generator

D. Pengujian Alat Sinkron Generator Dengan Beban dan Tanpa Beban

D.1 Pengaturan eksitasi penguatan generator 3 fasa sampai hasil maksimal dan hasil terbaik untuk digunakan sebagai sumber yang akan diparalelkan nantinya dengan jaringan PLN, dari hasil pengaturan eksitasi penguatan tersebut didapatkan hasil yang stabil yaitu berupa tegangan 112 volt antar fasa dan fasa netral 56 volt pada hasil pengukuran aktual yang didapat dari alat ukur multi tester.



Gambar 10. Tegangan antar fasa dari generator satu



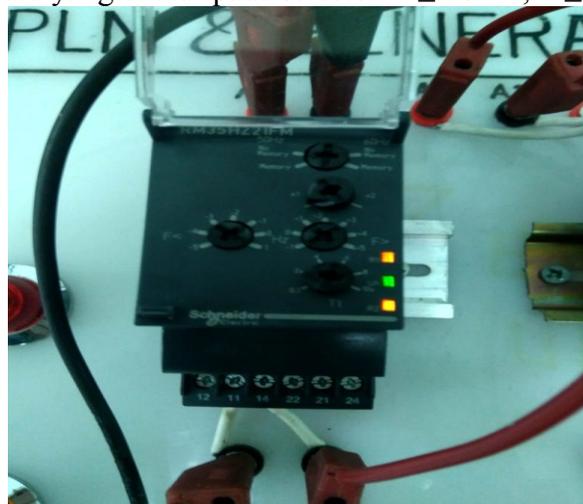
Gambar 11. Tegangan fasa netral dari generator satu

D.2 Pengaturan jaringan PLN dengan trafo step down harus dilakukan karena tegangan yang didapat dari generator satu hanya mencapai 112 volt sedangkan tegangan PLN berada pada tegangan 220 volt fasa netral.



Gambar 12. Tegangan fasa netral dari jaringan PLN

D.3 Pengaturan alat proteksi yaitu under-over frekuensi relay sebagai proteksi utama pada frekuensi generator satu yang di atur pada *selector* $F \geq 48 \text{ Hz}$; $F \leq 50 \text{ Hz}$.



Gambar 13. Under-over frekuensi relay

D.4 Kontaktor 110 volt digunakan sebagai alat penghubung untuk menghubungkan dua buah sumber arus listrik.



Gambar 14. Kontaktor 110 volt

D.5 MCB digunakan sebagai proteksi hubung singkat pada kedua jaringan sumber listrik tersebut



Gambar 15. Dua buah MCB pada alat sinkron generator

Setelah semua alat dan bahan dipersiapkan dipastikan kembali semua kabel konektor tidak ada yang kendur atau renggang dan juga tidak ada yang terkelupas. Kemudian, aktifkan MCB dengan menekan tombol start untuk melepas tegangan generator ke jaringan PLN.

D.6 Besar arus yang dihasilkan generator satu setelah disinkronkan dengan jaringan PLN dan pengujian tanpa beban



Gambar 16. Arus (I) Tanpa beban

Pada gambar 14 hasil pengujian tanpa beban, terlihat arus yang diberikan dari generator satu masih sangat kecil, artinya kontribusi dari generator satu sangatlah kecil yang diberikan ke jaringan kuat.

D.7 Besar arus yang dihasilkan generator satu setelah disinkronkan dengan PLN pengujian dengan beban

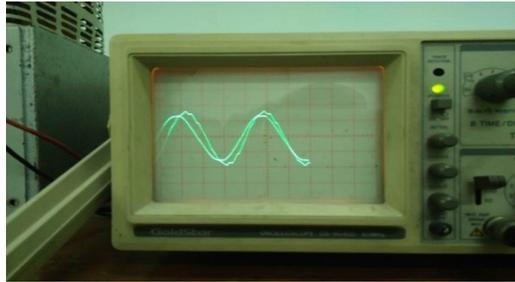


Gambar 17. Arus (I) dengan Beban

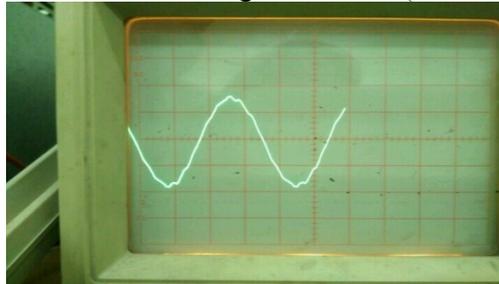
Pada gambar 15 terlihat kenaikan arus yang diberikan dari generator satu setelah pengujian berbeban dengan menggunakan beban resistif-induktif yaitu beban dari elemen pemanas solder dan motor sinkron.

E. Hasil Pengukuran Osiloskop

Pada gambar 16 merupakan hasil perbandingan dari kedua gelombang yang dihasilkan dari dua sumber jaringan listrik yang berbeda. Dimana terlihat pada gambar kedua gelombang sinusoidal yang berhimpit menunjukkan tidak adanya kegagalan fasa yang terjadi pada jaringan listrik tersebut.

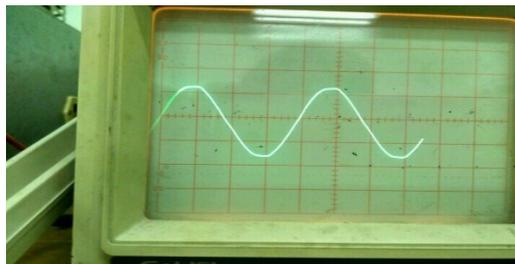


Gambar 18. Gelombang sinusoidal (*oscilloskope*)



Gambar 19. Gelombang sinusoidal dari generator (*oscilloskope*)

Pada gambar 17 terlihat gelombang sinusoidal dengan jelas adanya gelombang harmonik karena gelombang tersebut terlihat kasar, jumlah V_{peak} sebesar 56 volt terlihat seperti digambar, gelombang terlihat meliputi garis vertikal hampir 4 kotak berarti $4 \times 5 \text{ ms} = 4 \times 5 \times 10^{-3} \times 10 = 60$.



Gambar 20. Gelombang sinusoidal dari PLN

Pada gambar 18 terlihat gelombang sinusoidal yang hampir sempurna hampir tidak terlihat gelombang harmoniknya sangat berbeda dari gelombang sinusoidal yang dihasilkan generator satu. Terlihat frekuensi sebesar 50 Hz karena gelombang terdiri dari 4 kotak horizontal.

5. KESIMPULAN

1. Hasil simulasi alat sinkron generator dengan menggunakan *software* ETAP menghasilkan hasil simulasi sesuai dengan keinginan dengan parameter frekuensi 50 Hz dan tegangan 380 volt 3 fasa.
2. Hasil pengujian alat sinkron generator dapat memproteksi dan mensinkronisasikan dua buah generator, menggunakan generator 3 fasa dengan penggerak mesin a.s menghasilkan tegangan sebesar 110 volt 3 fasa dan diparalelkan dengan jaringan PLN yang tegangannya diturunkan dengan trafo *step down* menyesuaikan generator yang ada di laboratorium.
3. Hasil pengujian alat sinkron generator pada prinsipnya sama dengan alat sinkron generator yang berada dipasaran dengan prinsip kerja dimana frekuensi harus sama, tegangan harus sama, dan sudut fasa UVW harus sama yang membedakan adalah prinsip kerja proteksi dan prinsip kerja otomatisasi alat sinkron generator tersebut.

DAFTAR REFERENSI

- [1] <http://www.smartgridindonesia.com/single-post/2016/07/24/Apa-itu-Smart-Grid> (diakses tanggal 5 April 2018 pukul 21:00).
- [2] Prasetya, Tri. 2011. "SINKRONISASI DAN PENGAMANAN MODUL GENERATOR LAB-TST BERBASIS PLC (HARDWARE)." *EEPIS Final Project*.
- [3] Ardhi, Setya. 2015. "PENGENDALIAN SINKRONISASI GENERATOR DENGAN SUMBER PEMBANGKIT LISTRIK SECARA OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLLER." Vol. 7, No. 1, Hal 36-42.
- [4] Liklikwatil, Yakob. *Mesin-mesin Listrik untuk Program D3*. Deepublish, 2014.
- [5] Kadir, Abdul . 1999. "MESIN SINKRON". Jakarta: Penerbit Djambatan.
- [6] Zuhail. 1997. "DASAR TENAGA LISTRIK". ITB Bandung.
- [7] http://eprints.undip.ac.id/2327/1/Paralel_Generator.pdf (diakses tanggal 21 Juni 2018 pukul 21:00).
- [8] FAUZI, R. I. (2017). *SISTEM SINKRONISASI GENERATOR PADA PLTMG SEMATANG BORANG* (Doctoral dissertation, POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA).
- [9] Supriono, S., & Panjaitan, S. D. (2015). Manajemen Daya Listrik dengan Sistem Automatic Transfer and Synchronization Switch berbasis PLC. *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi (JNTETI)*, 4(3).
- [10] Bambang Dwinanto, S. T., & Matippanna, M. V. A. ALAT UJI SINKRONISASI PARAREL GENERATOR.
- [11] Rofii, A., & Ferdinand, R. (2018). ANALISA PENGGUNAAN KAPASITOR BANK DALAM UPAYA PERBAIKAN FAKTOR DAYA. *JURNAL KAJIAN TEKNIK ELEKTRO*, 3(1), 39-51.