

ANALISA PANEL ATS DAN AMF GENSET SECARA AUTOMATIS PADA INDUSTRI

Nizar Rosyidi AS¹⁾, Faris Izhan Prakoso²⁾, Edy Supriyadi³⁾

S-1 Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains dan Teknologi Nasional

Email : nizarrosyidias@yahoo.co.id , farisprakoso51@gmail.com , edy_syadi@istn.ac.id

Abstract

PLN as the main source of electricity in a building, building or industry does not always continue in its distribution, so a generator set (genset) is needed as a back-up for the main supply (PLN). As the generator control takes over the supply of electric power to the load or vice versa, an automatic control system is needed which is usually called Automatic Transfer Switch (ATS) and Automatic Main Failure (AMF) or the PLN-Genset interlock system. To facilitate the transfer of electrical loads from PLN to generators and vice versa, it is necessary to design ATS and AMF panels. This panel functions to automatically transfer electrical power from PLN to the generator when the electricity source from PLN experiences a blackout. Like most ATS and AMF panels, the PLN - Genset interlock system has two operating modes of transfer or load transfer, namely manual and automatic. While the main function during automatic operation of ATS and AMF as the main control of emergency power is monitoring and sensing the main power supply (PLN), if PLN experiences a blackout, the DSE 4520 MKII module will give an order to the generator to start the generator, if the generator is starting and running, then the dse 4520 MKII module will monitor the voltage, amperage, frequency generated by the generator. The data collection and analysis research was carried out in an industry engaged in assembling electrical panels and electrical installation work using a question and answer method with experienced technicians. The results of this study are 1) Analyzing the timing and protection of the generator 2) And knowing the results of the timing and genset protection on the DSE 4520 MKII module such as when PLN goes out and the generator starts and safety when the generator is overloaded

Keyword : generator, PLN power, ats and amf panels, emergency.

Abstrak

PLN sebagai sumber utama listrik pada suatu bangunan, gedung maupun industri sekalipun tidak selamanya continue dalam penyalurannya sehingga dibutuhkan generator set (genset) sebagai back-up suplai utama (PLN). Sebagai kontrol genset mengambil alih suplai tenaga listrik ke beban ataupun sebaliknya maka diperlukan sistem kontrol otomatis yang biasanya disebut Automatic Transfer Switch (ATS) dan Automatic Main Failure (AMF) atau sistem interlok PLN – Genset. Untuk memfasilitasi peralihan beban listrik dari PLN ke Genset dan sebaliknya perlu dirancang bangun panel ATS dan AMF. Panel ini berfungsi mengalihkan daya listrik secara otomatis dari PLN ke Genset ketika sumber listrik dari PLN mengalami pemadaman. Seperti pada umumnya panel ATS dan AMF, sistem interlok PLN - Genset memiliki dua mode operasi transfer atau pemindahan beban yaitu secara manual dan otomatis. Sedangkan fungsi utama saat operasi otomatis ATS dan AMF sebagai kontrol utama emergency power yaitu memonitoring dan sensing catu daya utama (PLN), jika PLN mengalami pemadaman maka modul dse 4520 MKII akan memberikan perintah kepada genset untuk melakukan starting genset, apabila genset telah starting dan running maka modul dse 4520 MKII akan memonitoring tegangan, ampere, frekuensi yang dihasilkan oleh genset. Pengambilan data dan penelitian analisa tersebut dilakukan di industri yang bergerak di bidang perakitan panel listrik dan pekerjaan instalasi listrik dengan metode tanya jawab dengan teknisi yang sudah berpengalaman. Hasil dari penelitian ini adalah 1) Menganalisa pengujian waktu dan proteksi genset 2) Dan mengetahui hasil dari setting waktu dan proteksi genset pada modul dse 4520 MKII seperti saat PLN padam lalu genset start dan pengaman saat beban lebih pada genset

Kata kunci : genset, power PLN, panel ats dan amf, emergency

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Panel ATS (*Automatic Transfer Switch*) dan AMF (*Automatic Main Failure*) adalah sistem bagian satu kesatuan yang tidak bisa dipisahkan terlepas dari beberapa kondisi di lapangan namun sebenarnya mereka itu menjadi satu. Lalu apa itu ATS dan AMF dan bagaimana cara kerjanya ? AMF (*Automatic Main Failure*) ini sendiri adalah suatu sistem atau rangkaian dalam panel yang bekerja secara otomatis memprioritaskan atau mengutamakan sumber dari PLN jika terjadi suatu kegagalan (kegagalan yang bersifat umum, seperti hilang satu fasa, *under/over voltage* atau *under/over frequency*) cara kerjanya adalah menyalakan atau mematikan (ON atau OFF) mesin genset secara otomatis sebagai sumber listrik alternatif jika sumber listrik (PLN) mengalami pemadaman. Sedangkan ATS (*Automatic Transfer Switch*) adalah suatu sistem dalam panel yang mengatur perpindahan antara sumber PLN atau sumber Genset secara otomatis maupun sebaliknya.

Cara kerjanya adalah sebagai sakelar yang bekerja otomatis, namun kerja otomatisnya berdasarkan jika sumber listrik dari PLN terputus atau mengalami pemadaman, maka sakelar akan berpindah ke sumber listrik yang lain misalnya adalah Genset. Namun jika sumber listrik dari PLN menyala kembali maka sakelar tersebut akan berpindah kembali ke sumber PLN jika sumber listrik dari PLN dirancang sebagai sumber listrik utama.

Sistem perpindahan otomatisnya dari sumber PLN ke Sumber genset atau sebaliknya itu ada sistem kontrol atau rangkaiannya yang memerintahkan switch harus pindah ke PLN atau ke genset. Untuk kontrol atau rangkaiannya adalah AMF (*Automatic Main Failure*) itulah mengapa ATS dan AMF adalah rangkaian satu kesatuan yang tidak bisa dipisahkan. Jadi ketika AMF mendeteksi tegangan FAIL maka tugas dari ATS yang memindahkan sumber dari PLN ke sumber genset secara otomatis maupun sebaliknya.

1.2. Materi Penelitian

Dari penelitian ini memiliki tujuan, yaitu :

1. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisa panel ATS dan AMF genset secara otomatis pada industri manufacture switchboard.
2. Pengawatan panel ATS dan AMF.
3. Cara penyettingan modul DSE 4520 MKII.

Agar penulisan penelitian ini sesuai dengan yang diharapkan dan terfokus pada judul dan bidang maka penelitian membatasi masalah yang akan di bahas pada :

1. Hanya membahas analisa panel ATS dan AMF pada satu generator set (Genset) dengan kapasitas 20 KVA pada Industri manufacture switchboard.
2. Hanya difokuskan kepada analisa dari panel ATS dan AMF dengan memakai modul DSE 4520 MKII.

3. Tidak membahas tentang jenis kabel, ukuran kabel, yang ada pada panel ATS dan AMF.
4. Tidak membahas berapa banyak biaya yang dibutuhkan untuk membuat panel ATS dan AMF.
5. Tidak membahas suatu sistem perpindahan waktu yang lebih handal dan tanpa jeda atau delay

2. GENERATOR SET DAN PANEL KONTROL

2.1 Panel Listrik

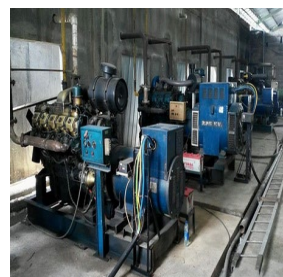
Panel listrik adalah sebuah perangkat yang berfungsi membagi, menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik dari sumber/pusat listrik ke konsumen atau pemakai.

Panel Listrik – (*Electrical switch board*) atau lebih dikenal dengan panel listrik, terbentuk berdasarkan susunan komponen listrik yang sengaja disusun dalam sebuah papan control, sehingga dapat memudahkan penggunaannya.

Panel listrik pada umumnya ditentukan dari ukuran, bahan, model dan spesifikasi. Setiap panel listrik setidaknya mempunyai komponen sebagai berikut :

1. ACB (*Air Circuit Breaker*)
2. MCCB (*Moulded Case Circuit Breaker*)
3. MCB (*Miniature Circuit Breaker*)
4. *Thermal Overload Relay*
5. *Pilot Lamp*
6. Ampere Meter
7. CT (*Current Transformer*)
8. Volt Meter
9. *Magnetic Contactor*
10. *Push Button*

2.2 GENERATOR



Gambar 2. Generator

Generator adalah suatu mesin yang dapat mengubah tenaga mekanik menjadi tenaga listrik. Tenaga mekanik di sini digunakan untuk memutar kumparan kawat penghantar dalam medan magnet ataupun sebaliknya memutar magnet diantara medan kumparan kawat penghantar. Tenaga mekanik dapat berasal dari tenaga panas, tenaga potensial air, motor diesel, motor bensin bahkan ada yang berasal dari motor listrik.

Secara umum generator dibagi menjadi 2 jenis dan masing-masing ada dua macam :

Generator AC (1 fasa/3 fasa) ;

1. Generator Sinkron
2. Generator Asinkron

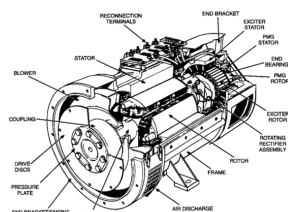
```

graph TD
    A[Generator DC] --> B[Penguatan Terpisah]
    A --> C[Penguatan Sendiri]
    C --> D[Penguatan Shunt]
    C --> E[Penguatan Seri]
    C --> F[Penguatan kompon]
    F --> G[Kompon Panjang]
    F --> H[Kompon Pendek]
  
```

2.3 GENERATOR AC (SINKRON)

Pergerakan relatif adalah terjadinya perubahan medan magnet pada kumparan jangkar (tempat terbangkitnya tegangan pada generator) karena pergerakan medan magnet terhadap kumparan jangkar atau sebaliknya. Alternator ini disebut generator sinkron (sinkron = serempak) karena kecepatan perputaran medan magnet yang terjadi sama dengan kecepatan perputaran rotor generator. Alternator ini menghasilkan energi listrik bolak balik (*alternating current*, AC) dan biasa diproduksi untuk menghasilkan listrik AC 1-fasa atau 3-fasa.

1. Kerangka terbuat dari besi tuang untuk menyangga inti jangkar.
2. Inti jangkar terbuat dari besi lunak (baja silikon).
3. Alur (slot) untuk meletakkan belitan (kumparan).
4. Belitan jangkar terbuat dari tembaga yang diletakkan pada alur (slot).



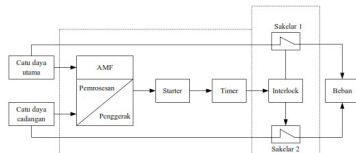
1 Rotor barrel
2 Rotor retaining ring
3 Fan
4 Water tank
5 Current feeder
6 Shaft sleeve
7 Water feed to rotor shaft

3

yang memiliki fungsi penting dan bekerja secara otomatis di saat aliran arus listrik dari PLN terputus tiba-tiba. Fungsi dari AMF adalah secara otomatis menghidupkan (*Start*) Genset ketika supplay listrik dari PLN gagal/padam,

Sedangkan fungsi dari ATS adalah secara otomatis membuka supply listrik dari Genset dan menutup supplay listrik dari PLN dan sebaliknya membuka supply listrik dari PLN dan menutup supplay listrik dari Genset secara otomatis ketika supplay listrik dari PLN kembali.

2.5.2 Cara Kerja Panel ATS dan AMF



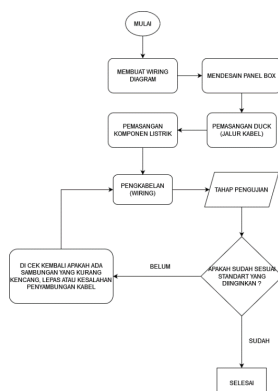
Gambar 10. Blok diagram proses kerja ATS dan AMF

ATS merupakan singkatan dari kata (*Automatic Transfer Switch*), jika dipahami berdasarkan arti kata tersebut maka ATS adalah sakelar yang bekerja otomatis, namun kerja otomatisnya berdasarkan jika sumber listrik dari PLN terputus atau mengalami pemadaman, maka sakelar akan berpindah ke sumber listrik yang lain misalnya adalah Genset. Namun jika sumber listrik dari PLN menyala kembali maka sakelar tersebut akan berpindah kembali ke sumber PLN jika sumber listrik dari PLN dirancang sebagai sumber listrik utama.

Sedangkan AMF merupakan singkatan dari (*Automatic Main Failure*) jika dipahami dari arti katanya maka AMF adalah panel kontrol yang berfungsi untuk menyalakan atau mematikan (ON atau OFF) mesin genset secara otomatis sebagai sumber listrik alternatif jika sumber listrik utama (PLN) mengalami pemadaman.

3. ANALISA PANEL ATS DAN AMF

3.1 Langkah – Langkah Dalam Perancangan



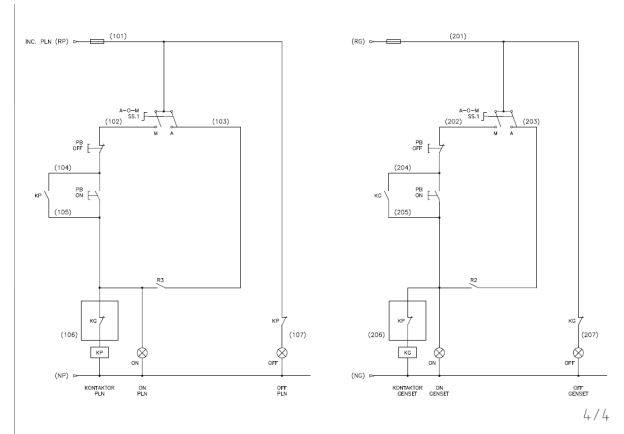
Gambar 11. Flowchart langkah-langkah perancangan

Sebelum memulai pembuatan panel ATS dan AMF adakalanya dibuat atau diketahui terlebih dahulu langkah – langkah perancangannya yaitu membuat wiring diagramnya → mendesain panel box → memasang panel duck atau jalur kabel

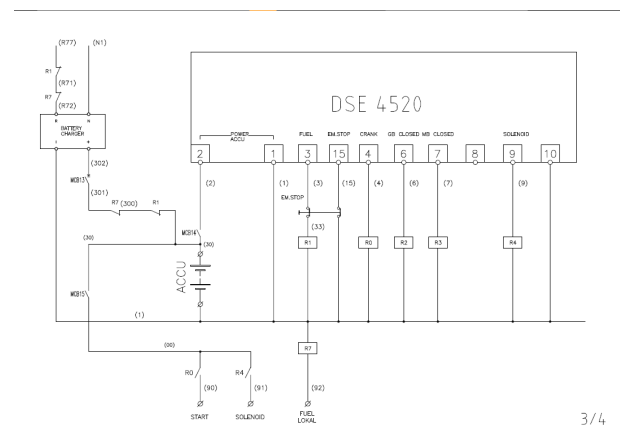
→ pemasangan komponen listrik yang diperlukan

→ lalu dilanjutkan dengan proses wiring atau proses pemasangan sambungan kabel pada komponen yang ada di dalam panel ATS dan AMF → dan yang terakhir proses pengujian apakah semua tahapan yang di lakukan di awal sampai tahap proses wiring sudah sesuai standart yang diinginkan. Apabila belum, bisa dilakukan proses pengecekan ulang pada tahapan – tahapan sebelumnya.

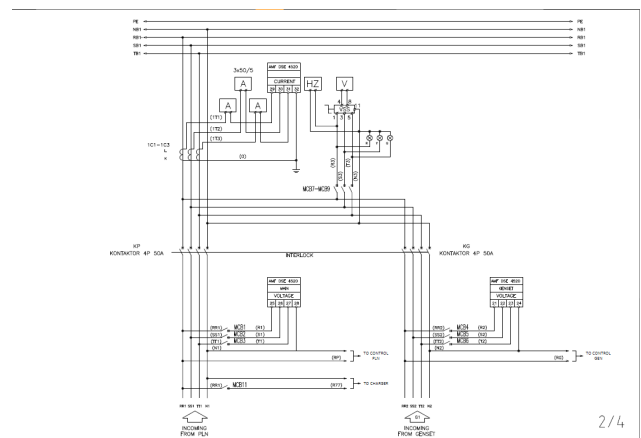
3.2 Wiring Diagram



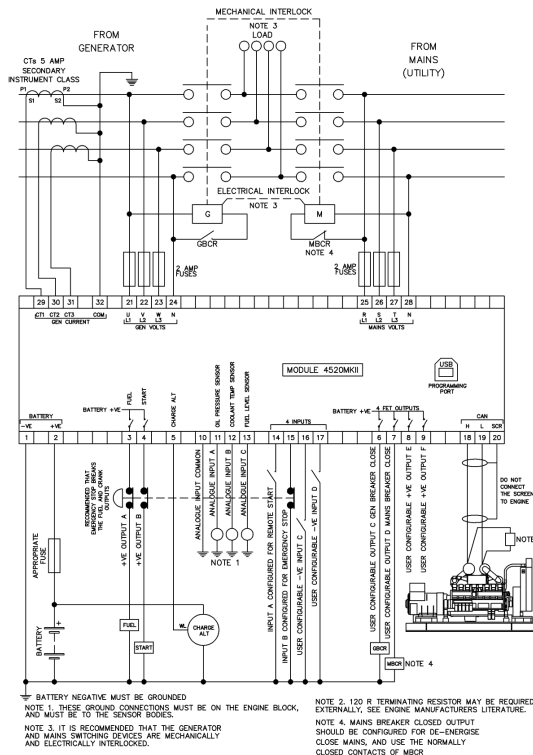
Gambar 12. Rangkaian ATS – Genset pln



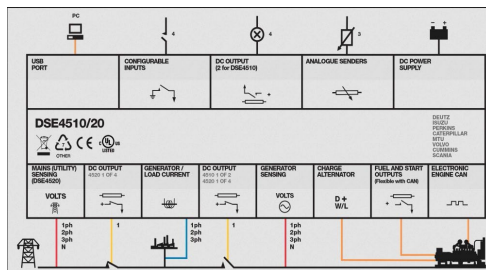
Gambar 13. Rangkaian sambungan koneksi modul dse 4520 MKII



Gambar 14. Rangkaian daya modul dan ATS – genset



Gambar 15. Terminal wiring diagram modul dse 4520 MKII secara keseluruhan



Gambar 16. Terminal diagram modul dse 4520 MKII

3.3 Kriteria Pengujian

Untuk kriteria pengujian panel ats dan amf ini adalah “apakah panel ATS dan AMF dapat bekerja secara optimal untuk menggantikan sumber listrik PLN ke Genset dan secara otomatis Genset akan menyala ketika sumber milik PLN padam ?” dan sebaliknya “ketika sumber PLN kembali menyala apakah Genset akan mati secara otomatis, dan sumber listrik akan di ambil alih kembali oleh PLN?”

Untuk kriteria pengujian waktu dilakukan sebagai berikut :

1. berapa lama waktu yang di butuhkan saat sumber PLN padam dan genset menyala.
2. berapa lama backup load dari genset ke beban yang dipakai.
3. berapa lama perpindahan saat sumber PLN kembali normal.
4. dan berapa lama waktu yang dibutuhkan saat genset cooling down.

Dan untuk kriteria pengujian proteksi dilakukan sebagai berikut :

1. Berapa suhu maksimal air pendingin mesin.
2. Berapa tekanan maksimum oli mesin genset.
3. Pengaman saat beban lebih (*full load*) untuk genset.
4. Pengaman tegangan lebih (*over voltage*) untuk genset.
5. Pengaman tegangan kurang (*lower voltage*) untuk genset.
6. Pengaman saat RPM lebih untuk genset.

4. HASIL PENGUJIAN PANEL ATS DAN AMF

4.1 HASIL PENGUJIAN WAKTU

4.1.1 Hasil Pengujian Saat Sumber PLN Padam – Genset Start Dan Sumber PLN Normal Kembali

Tabel 1. Hasil pengujian perpindahan waktu saat PLN padam lalu genset start

Perpindahan waktu saat PLN padam dan Genset start			
NO	(Percobaan ke)	Settingan waktu pada modul (detik)	Apakah perpindahan berhasil ?
1	Percobaan ke 1	1 detik	Tidak
2	Percobaan ke 2	3 detik	Tidak
3	Percobaan ke 3	5 detik	Iya

Tabel 2. Hasil pengujian perpindahan waktu saat sumber PLN kembali normal

Perpindahan waktu saat sumber PLN kembali normal			
NO	(Percobaan ke)	Settingan waktu pada modul (detik)	Apakah perpindahan berhasil ?
1	Percobaan ke 1	1 detik	Tidak
2	Percobaan ke 2	3 detik	Tidak
3	Percobaan ke 3	5 detik	Iya

4.1.2 Hasil Pengujian *Backup Load* Dari Genset Ke Beban

Tabel 3. Hasil pengujian *backup load* dari genset menuju ke beban

Perpindahan waktu <i>backup load</i> dari genset ke beban			
NO	(Percobaan ke)	Settingan waktu pada modul (detik)	Apakah perpindahan berjalan dengan optimal ?
1	Percobaan ke 1	7 detik	Tidak
2	Percobaan ke 2	15 detik	Iya

4.1.3 Hasil Pengujian Genset *Cooling down*

Tabel 4. Hasil pengujian waktu genset *cooling down*

Perpindahan waktu genset <i>cooling down</i>			
NO	(Percobaan ke)	Settingan waktu pada modul (detik)	Apakah perpindahan berjalan dengan optimal ?
1	Percobaan ke 1	30 detik	Tidak
2	Percobaan ke 2	60 detik	Iya

4.2 HASIL PENGUJIAN PROTEKSI

4.2.1 Hasil Pengujian Suhu Air Pendingin Mesin



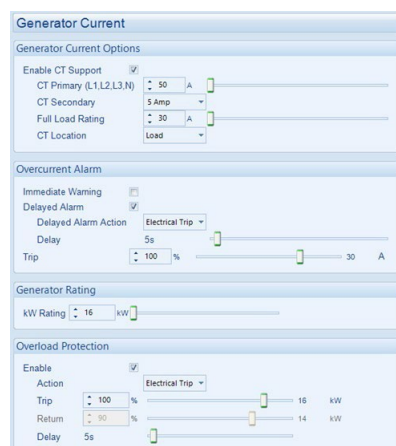
Gambar 17. Suhu maksimal air pendingin mesin

4.2.2 Hasil Pengujian Tekanan Oli Mesin



Gambar 18. Tekanan oli mesin

4.2.3 Hasil Pengujian Pengaman Beban Lebih



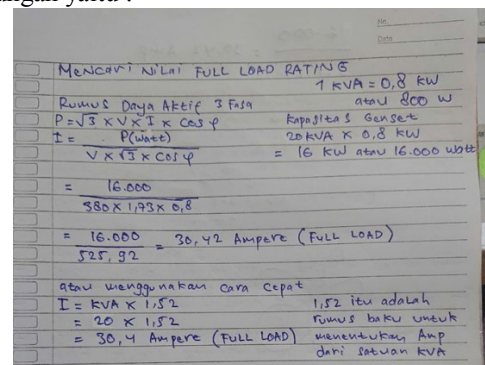
Gambar 19. Pengaman beban lebih

Jadi untuk penyettingan pengaman beban lebih pada modul dse 4520 MKII dan hasil pengujian pengaman beban lebih untuk CT *Primary* dan CT *secondary* disetting berdasarkan kesesuaian spesifikasi amperemeter dan CT yang dipasang yaitu 50/5A (Lihat di gambar 20)



Gambar 20. Nilai rasio amperemeter

Untuk *Full Load Rating* disetting dengan rumus perhitungan yaitu :

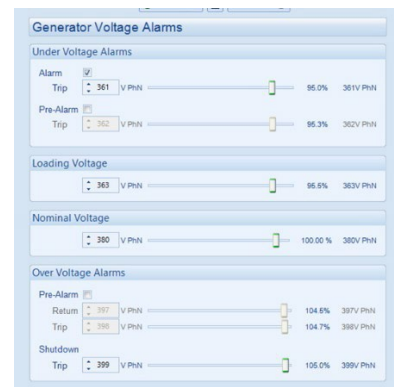


Gambar 21. Rumus mencari *full load rating*

4.2.4 Hasil Pengujian Pengaman Tegangan Lebih Dan Pengaman Tegangan Kurang (*Under/Over Voltage*)



Gambar 22. Settingan *under/over voltage* pada *mains*



Gambar 23. Settingan *under/over voltage* pada genset

Dengan perhitungan untuk setting *Over Voltage* untuk modul dse 4520 MKII yaitu :

$$OV = NV + (NV \times 5\%) \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

OV : *Over Voltage*.

NV : *Nominal Voltage*.

5 % : Standard dari PT untuk setting *over voltage*.

Jadi dapat dihitung berdasarkan rumus 2, maka dapat dihitung sebagai berikut :

$$OV = 380 \text{ V} + (380 \text{ V} \times 5\%)$$

$$OV = 380 \text{ V} + 19 \text{ OV} = 399 \text{ V}$$

Untuk perhitungan setting *Under Voltage* pada modul dse 4520 MKII yaitu :

$$UV = NV - (NV \times 5\%) \dots\dots\dots (3)$$

Dimana

UV : *Under Voltage*.

NV : *Nominal Voltage*.

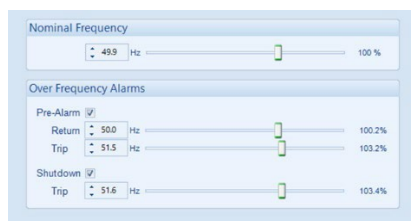
5 % : Standard dari PT untuk setting *under voltage*.

Jadi dapat dihitung berdasarkan rumus 3 dapat dihitung sebagai berikut :

$$UV = 380 \text{ V} - (380 \text{ V} \times 5\%)$$

$$UV = 380 \text{ V} - 19 \text{ UV} = 361 \text{ V}$$

4.2.5 Hasil Pengujian Pengaman RPM Lebih



Gambar 24. Pengaman RPM lebih

Dengan perhitungan setting RPM lebih pada modul dse 4520 MKII yaitu :

$$ORPM = RPM + (RPM \times 3\%) \dots\dots\dots (4)$$

Dimana

ORPM (*Over Rotation Per Minute*)

RPM : nilai rotasi per menit genset

3 % : Standard dari PT untuk setting pengaman rpm lebih

Jadi dapat dihitung berdasarkan rumus 4, sehingga diperoleh sbb :

$$ORPM = 1500 + (1500 \times 3\%)$$

$$ORPM = 1500 + 45 \text{ ORPM} = 1545 \text{ RPM}$$

5. KESIMPULAN

5.1 KESIMPULAN

1. Pada hasil pengujian waktu saat sumber PLN padam lalu genset start dan sumber PLN kembali normal dapat diambil kesimpulan bahwa settingan waktu harus disetting 5 detik pada modul dse 4520 MKII dengan tujuan memastikan sumber PLN benar – benar padam dan sumber PLN benar – benar hidup agar nantinya pengujian tersebut dapat terjadi dengan optimal untuk digunakan pada tempat permintaan konsumen dan sesuai dengan kebutuhan konsumen.

2. Pada hasil pengujian waktu saat *backup load* dari

genset ke beban dapat diambil kesimpulan bahwa settingan waktu harus disetting 15 detik pada modul dse 4520 MKII dengan tujuan menunggu tegangan, frekuensi dan rpm stabil. Agar nantinya alat-alat yang dipakai dari suplai beban genset tidak rusak karena digunakan dibawah tegangan dan frekuensi yang semestinya.

3. Pada hasil pengujian waktu saat genset *cooling down* dapat diambil kesimpulan bahwa settingan waktu harus di setting 60 detik pada modul dse 4520 MKII dengan tujuan menjaga agar saat sumber PLN tiba – tiba padam lagi, proses *cooling down* genset belum berhenti agar proses perpindahan backup load genset ke beban terjadi dengan cepat tanpa pengulangan proses waktu dari awal.

4. Pada hasil pengujian proteksi suhu air pendingin mesin pada modul dse 4520 MKII. Dapat diambil kesimpulan bahwa harus selalu dijaga dan di perhatikan angka suhunya jangan sampai menyentuh angka 70°C yang apabila suhunya mencapai batas 70°C akan mengakibatkan mesin menjadi *overheat* dan genset akan *shut down*.

5. Pada hasil pengujian tekanan oli mesin pada modul dse 4520 MKII. Dapat diambil kesimpulan tekanan oli mesin juga harus dijaga dan perhatikan angka oli barnya diangka 5.0 bar yang apabila tekanan oli mesinnya sudah menyentuh angka 1.8 bar maka genset akan *shut down*.

6. Pada hasil pengujian pengaman tegangan rendah dan pengaman tegangan lebih dapat diambil kesimpulan untuk tegangan rendah tidak boleh menyentuh angka 361 volt dan untuk tegangan lebih tidak boleh menyentuh angka 399 volt agar menjaga nilai dari tegangan stabil di angka 380 volt yang nantinya tidak merusak komponen dan peralatan yang digunakan oleh konsumen.

7. Dan untuk hasil pengujian pengaman RPM lebih dapat diambil kesimpulan bahwa nilai RPM pada genset tidak boleh lebih dari 1545 RPM dari nilai toleransi pabrikan yaitu 3%, yang nantinya apabila nilai RPM genset sudah lebih dari 1545 RPM itu akan mempengaruhi nilai dari frekuensi dan tegangan yang muncul pada keluaran genset ke beban dan hal tersebut bisa merusak komponen dan juga peralatan yang digunakan oleh konsumen.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Admin. (2017 - 2022). Cara Trouble shooting Genset - Panduan Mudah Mengetahui Masalah pada Generator Set. Retrieved from Quality technic : <https://www.qualitytechnic.com/blog/belajar-troubleshooting-generator-tips-mudah-mengetahui-masalah-pada-genset>
- [2] Admin. (2020, Desember 7). ruang-server. Retrieved from Cara Menghitung Ampere Motor 3 dan 1 Phase dengan Rumus Daya: <http://www.ruang-server.com/2020/12/cara-menghitung-ampere-motor-3-dan-1.html>
- [3] Admin. (2021, September 8). Cara Mesin. Retrieved from 10 Komponen Generator Set (Genset) Beserta Fungsinya, Apa Saja?: <https://caramesin.com/komponen-genset-dan-fungsinya/>
- [4] Admin. (n.d.). GUDANG GENSET. Retrieved from Cara Menghitung KW ke KVA Kapasitas Genset | GUDANG GENSET: <http://gudanggenset.com/berita-dan-artikel/cara-menghitung-kw-ke-kva-kapasitas-genset/>
- [5]. admin. (n.d.). sekolah.cyou. Retrieved from Mengapa huruf U, V, dan W digunakan pada motor AC untuk mewakili belitan? - QA Solution: <https://sekolah.cyou/read-https-qastack.id/electronics/195185/why-are-the-letters-u-v-and-w-used-in-ac-motors-to-represent-the-windings>
- [6] Akhdan, A. (n.d.). Akhdanazizan'blog. Retrieved from Keluaran Listrik 3 Phase Dari Generator: <https://akhdanazizan.com/keluaran-listrik-3-phase-dari-generator/>
- [7] Arief, M. (2019, 10 7). Apa Itu Genset dan Kegunaannya. Retrieved from PT Prima Teknik System: <https://primatekniksystem.com/artikel/apa-itu-genset-dan-kegunaannya>
- [8]. Arifin, A. (2021, Desember 12). carailmu. Retrieved from Arti Simbol R S T N dan G Pada Kelistrikan 3 Fasa - Cara Ilmu: <https://www.carailmu.com/2021/11/symbol-fasa-netral-grounding-listrik.html>
- [9] Azly, R. (2016, Mei). Reading & Learning. Retrieved from Tempat kita berbagi ilmu: <https://duniaberbagiilmuuntuksemua.blogspot.com/p/about-me.html>
- [10] Henry. (2017 - 2022). Yanmar Pekanbaru. Retrieved from MENGENAL ISTILAH "POLE" PADA MOTOR LISTRIK, BEDA MOTOR 2P,4P,6P , BERIKUT PENJELASANNYA : <https://www.yanmarpekanbaru.com/berita/2/2-mengenal-istilah-pole-pada-motor-listrik-beda-motor-2p4p6p-berikut-penjasannya/>
- [11] Listrik, T. (2019, April 29). CV JAPA SOLUSI TEKNIK. Retrieved from Pembuatan Wiring Diagram Panel Listrik - Teknisi Listrik: <https://www.teknis-listrik.com/2019/04/wiring-diagram.html>
- [12] Rasyid, S.Pd., A. (2020, Desember 27). Samrasyid. Retrieved from Ketentuan Pemasangan Instalasi Pada Panel - Samrasyid: <https://www.samrasyid.com/2020/12/ketentuan-pemasangan-instalasi-pada.html>
- [13]. Teknisi, B. (2017, Oktober 5). blog-teknisi. Retrieved from Menghitung Kebutuhan Daya GENSET untuk Pengganti (Backup) dari Sumber Utama PLN - Blog.Teknisi: <https://www.blog-teknisi.com/2018/10/menghitung-kebutuhan-daya-genset-untuk.html>