BAB IV

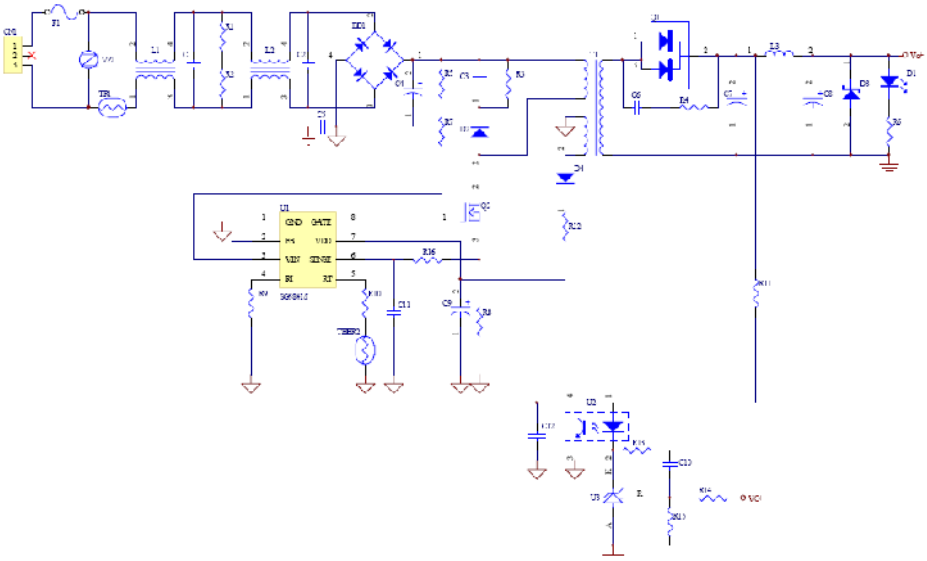
FUNGSI RECTIFIER DI SETIAP GARDU LISTRIK PT. PLN APD BANDUNG

4.1 Pengertian Rectifier

Rectifier merupakan suatu rangkaian alat listrik untuk mengubah arus listrik bolak-balik/AC *(Alternating Current)* menjadi arus searah/DC *(Direct Current)* yang berfungsi untuk memberikan tegangan DC. Di dalam rectifier trdapat sebuah batere, yang berfungsi untuk menyimpan tegangan DC.Untuk itu rectifier ini harus disesuaikan kapasitasnya dengan kapasitas batere yang terpasang.



Gambar 4.1 Rectifier



Gambar 4.2 Skematik Rangkaian Rectifier

4.2 Jenis Rectifier

1. Rectifier 1 (satu) Fasa

Yang dimaksud dengan rectifier 1 fasa adalah rectifier yang rangkaian inputnya menggunakan AC suplai 1 fasa. Rectifier jenis inilah yang dipergunakan pada gardu yang ada di peralatan SCADATEL.

Rectifier akan bekerja apabila diberikan tegangan sekitar 220 VAC. Tegangan tersebut dihasilkan dan tegangan pada SKTM (20kV) yang diturunkan melalui trafo distribusi menjadi 22OVAC dengan cara penyambungan fasa (R/S/T) ke N (netral) kemudian disearahkan menggunakan rectifier menjadi 48 sehingga beban dapat dicatu.

2. Rectifier 3 (tiga) Fasa

Yang dimaksud dengan rectifier 3 fasa adalah rectifier yang rangkaian inputnya menggunakan AC suplai 3 fasa (380 VAC). Agar dapat menghasilkan tegangan sebesar 380 VAC, maka proses penyambungannya yaitu dengan konfigurasi fasa ke fasa (R-S/ R-T/ T-R), sehingga rectifier 3 fasa ini dapat bekerja. Hanya saja rectifier 3 fasa tidak dipergunakan pada jaringan SCADATEL.

4.3 Prinsip Kerja

Sumber AC baik 1 fasa maupun 3 fasa masuk melalui terminal input rectifier itu ke trafo step-down dan tegangan 220V / 380V menjadi tegangan DC 48V dengan sedikit *ripple*. Sehingga untuk memperbaiki *ripple* / gelombang DC yang terjadi diperlukan suatu rangkaian penyaring *(filter)* yang dipasang sebelum ke terminal output.

4.4 Bagian-bagian Rectifier

1. Trafo Utama

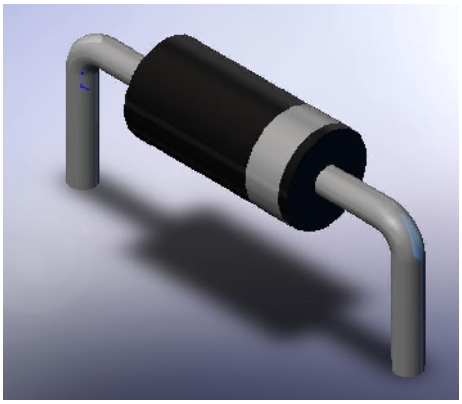
Trafo utama yang terpasang di rectifier merupakan trafo step-down (penurun tegangan) dan tegangan AC 220V / 380V menjadi 48V, kemudian masuk ke rectifier untuk didistribusikan ke beban dan batere. Besar kapasitas tersebut tergantung dan kapasitas batere yang terpasang di gardu induk atau gardu hubung yaitu paling tidak kapasitas arus output trafo harus lebih besar 20 % dan arus pengisian batere.



Gambar 4.3 Trafo Utama

2. Penyearah Dioda

Dioda digunakan sebagai penyearah arus yang keluar dan trafo. Hal ini dikarenakan beban yang akan dicatu menggunakan tegangan arus searah hasil dan penyearahan dioda serta menghilangkan *ripple* menggunakan filter.



Gambar 4.4 Dioda

1. *Auto Voltage Regulator (AVR)*

Auto Voltage Regulator yang terpasang pada rectifier merupakan suatu rangkaian yang terdiri dan komponen elektronik yang berfungsi untuk memberikan trigger positif pada gate *thyristor* sehingga pengaturan arus

maupun tegangan output suatu rectifier bisa dilakukan sedemikian rupa sehingga pengendalian arus pengisian ke batere bisa disesuaikan dengan arus kapasitas batere yang terpasang.

Rangkaian elektronik AVR ini sendiri sangat peka terhadap kenaikan tegangan yang terjadi pada rangkaian input.



Gambar 4.5 Auto Voltage Regulator

4.5 Komponen Pengatur Pada Rectifier

1. Komponen Pengaturan Tegangan *Floating*

Untuk memenuhi standar pengisian batere secara *Floating* maka pengaturan setting tegangannya perlu dilakukan pada rectifier, hal ini dapat dilakukan dengan mengatur Variabel Resistor pada PCB rangkaian elektronik AVR, dengan cara memutar ke kiri atau ke kanan sesuai dengan spesifikasi batere yang terpasang. Biasanya VR tersebut diberi indikasi / tulisan*" Floating ".*

2. Komponen Pengaturan Tegangan *Equalizing*

Untuk memenuhi standar pengisian batere secara *Equalizing* maka pengaturan setting tegangannya perlu dilakukan path rectifier, hal mi dapat dilakukan dengan mengatur Variabel Resistor pada PCB rangkaian elektronik AVR, dengan cara memutar ke kin atau ke kanan sesuai dengan spesifikasi batere yang terpasang. Biasanya VR tersebut diberi indikasi / tulisan *" Equalizing "*.

3. Komponen Pengaturan Tegangan Manual / *Boosting*

Untuk memenuhi standar pengisian batere secara Boosting maka pengaturan setting tegangannya perlu dilakukan path rectifier, hal ini dapat dilakukan dengan mengatur Variabel Resistor path PCB rangkaian elektronik AVR, dengan cara memutar ke kiri atau ke kanan sesuai dengan spesifikasi batere yang terpasang. Biasanya VR tersebut diberi indikasi / tulisan *" Boosting "*.

4. Komponen Pengaturan Arus *(Current Limiter)*

Komponen pengaturan atau seting arus biasanya dilakukan untuk membatasi arus maksimum output rectifier agar tidak terjadi *over load* atau *over charge* pada batere. Hal ini dapat dilakukan juga dengan mengatur Variabel Resistor (VR) pada PCB rangkaian elektronik AVR dengan cara memutar ke kiri atau ke kanan sesuai dengan spesifikasi batere yang terpasang. Biasanya VR tersebut diberi indikasi / tulisan *" Current Limiter"*

5. *Filter* (Penyaring)

Seperti halnya pada catu daya, *filter* (penyaring) disini digunakan untuk menghilangkan ripple sebagai hasil dan penyearahan melalui dioda. Sehingga filter sangat penting penggunaannya.

4.6 Pengoperasian Rectifier

Rectifier dioperasikan untuk memberikan catuan DC ke beban dan juga untuk melakukan pengisian pada battere. Untuk mempermudah pengoperasiannya, hampir setiap charger dilengkapi dengan indikator, display. tombol, alarm, saklar, dan MCB *(berdasarkan pada merk CDP, Satel, Masarel, dan Socomec).*

Indikator Operasi terdiri dari:

- *Indikator LED AC ON*
- *Indikator LED RECT ON*
- *Indikator LED FLOAT*
- *Indikator LED EQUAL*
- *Indikator LED Manual Charging*

Sedangkan indikator gangguan terdiri dan:

- *Indikator LED Over Volt input*
- *Indikator LED Under Volt Input*
- *Indikator LED Over Volt Output*
- *Indikator LED Under Volt Output*
- *Indikator LED Over Load*
- *Indikator* Lampu *Under Voltage Battery*

- Sedangkan untuk display terdiri dari dua, yaitu *Display Volt Meter* dan *Display Ampere Meter.* Selain itu juga terdapat tombol-tombol untuk merubah mode operasi dan changer, yaitu tombol *Float, Equal, Manual Charging,* danjugatombol *Reset.*

4.7 Pemeliharaan Rectifier / Charger

Seperti halnya peralatan pada umumnya *charger* juga harus dipelihara. Hal ini harus dilakukan agar *charger* dapat beroperasi secara andal dan optimal. Pemeliharaan charger ada beberapa langkah yang harus dilakukan yang dijelaskan pada uraian berikut ini.

4.8 Pengukuran Pada Rectifier

1. Pengukuran Tegangan dan Arus Input

Pengukuran tegangan dan arus input dilakukan path titik input charger bertujuan untuk mengetahui besarnya tegangan dan arus masing-masing fasa.

Pelaksanaan pengukuran dilakukan pada rangkaian input charger. Cara pelaksanaan pengukuran tegangan menggunakan Voltmeter AC standar.

Standar :

Tegangan input 220 VAC +-10 % / 380 VAC +-10 %.

Frekuensi tegangan input 50 Hz +- 6 %

2. Pengukuran Tegangan dan Arus Output

Tegangan output dan charger digunakan untuk mensuplai beban DC dan juga digunakan untuk pengisian batere. Pada rangkaian control charger dilengkapi dengan rangkaian sensor arus dan tegangan yang akan mendeteksi arus pengisian dan tegangan output.

Tujuan pengukuran tegangan dan arus output charger adalah:

1. Mengetahui tegangan dan arus output di setiap mode operasi
2. Pembanding hasil pengukuran meter terpasang.

Pengukuran tegangan dan arus output dilakukan pada saat floating, equalizing, dan boosting / manual. Pengukuran dilakukan path titik-titik terminal batere dan terminal beban.

Pelaksanaan pengukuran dilakukan dengan cara:

1. Pengisian *Floating*

- Posisikan selector switch" mode operasi "pada posisi *floating*.
- Catat hasil pengukuran.
- Bandingkan hasil pengukuran dengan setting *floating.*
- Lakukan reset bila tidak sesuai.

2. Pengisian *Equalizing*

- Posisikan selector switch " mode operasi "pada posisi *equalizing.*
- Catat hasil pengukuran.
- Bandingkan hasil pengukuran dengan setting *equalizing.*
- Lakukan *reset* apabila tidak sesuai.

3. Pengisian *Boosting*

- Posisikan selector switch" mode operasi "pada posisi *boosting.*
- Catat hasil pengukuran.
- Bandingkan hasil pengukuran dengan setting *boosting.*
- Lakukan *reset* bila tidak sesuai.

Standar pengukuran tegangan output sangat tergantung pada merk dan tipe batere yang terpasang, dalam pelaksanaan menggunakan standar JEC 623 atau sesuai dengan buku manual seperti pada tabel Tegangan per Sel, sebagai contoh batere alkali merk Saft.

Arus keluaran charger tergantung pada beban (dibatasi oleh arus *maksimum charger*).

3. Pengukuran Arus Output Maksimum

Tujuan pengukuran adalah untuk mengetahui apakah charger masih dapat bekerja optimal dengan arus output sesuai dengan yang dibutuhkan (kapasitas batere). Pengukuran arus maksimum juga dilakukan saat komisioning untuk mengetahui apakah arus maksimum charger sudah sesuai spesifikasi. Apabila hasil pengukuran terjadi perbedaan antara besaran arus output dengan arus yang dibutuhkan, maka perlu dilakukan pengaturan ulang (*reset*) pada *charger*.

Pengukuran arus output maksimum atau sesuai kebutuhan batere dilakukan dengan cara:

1. Lepaskan *charger* dan batere dan beban.
2. Kosongkan energi batere dengan *dummy load*.
3. Pasang amperemeter secara seri pada titik *output charger*.
4. Posisikan *charger* pada *mode boost* (manual).
5. Hubungkan *charger* dengan batere yang telah dikosongkan atau menggunakan *dummy load.*
6. Amati besaran arus pada amperemeter.
7. Bila terdapat perbedaan antara hasil pengukuran dengan besarnya arus output yang dibutuhkan, maka lakukan penyetelan arus *output charger* menggunakan *potensiometer.*

Masing-.masing tipe / merk charger telah mempunyai standar kapasitas arus maksimum yang diizinkan.

4. Pengukuran Rangkaian Dropper

Tujuannya adalah untuk mengetahui apakah rangkaian *Dropper* dapat bekerja normal.

Cara pengukuran tegangan *dropper* dilakukan dengan pengecekan tegangan rangkaian ke beban untuk masing-masing posisi selector switch, seperti sebagai berikut:

1. Tentukan besar tegangan yang diperlukan pada rangkaian ke beban.
2. Hubungkan voltmeter pada output charger dan rangkaian ke beban.

3. Posisikan selector switch pada *Floating*, amati tegangan pada rangkaian ke beban.
4. Posisikan selector switch pada *Equalizing,* amati tegangan pada rangkaian ke beban.
5. Posisikan selector switch pada *Boosting,* amati tegangan pada rangkaian ke beban.

Apabila hasil pengukuran tegangan pada rangkaian ke beban saat posisi *floating, equalizing,* dan *boosting* tetap (10 %), maka rangkaian dropper bekerja normal.

Pada saat ini pengukuran rangkaian tegangan dropper mengacu pada pengalaman lapangan dan buku manual dan masing-masing merk *charger.*

4.9 Pengecekan Meter-Meter

Tujuan pengecekan meter adalah untuk mengetahui akurasi dan meter - meter terpasang (arus batere, arus beban, dan tegangan beban).

Pada charger batere pada umurnnya memiliki tiga buah alat ukur yang terdiri dari meter untuk pengukuran arus batere, arus beban, dan tegangan beban. Pengecekan dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Ukur besaran arus dan tegangan di terminal meter menggunakan alat ukur.
2. Bandingkan hasil pengukuran alat ukur standar dengan penunjukkan meter.
3. Apabila terdapat perbedaan dan hasil pengukuran dengan toleransi lebih dari 15 %, maka meter terpasang harus dikalibrasi.

   Standar akurasi meter yaitu 0,5 % -5 %.

4.10 Pemeriksaan Fisik

Pemeriksaan secara fisik bertujuan untuk mengetahui kondisi cubicle charger dan fuse box apakah dalam keadaan baik dan bersih.

Cara pelaksanaan pemeriksaan fisik adalah sebagai berikut:

1. Buka pintu panel charger.
2. Perhatikan kondisi kebersihan peralatan elektronik, meter-meter dan fuse.
3. Bersihkan bila terdapat kotoran dengan alat dan cairan pembersih. Untuk membersihkan peralatan elektronik gunakan kompressor.
4. Periksa kondisi baut dan jika perlu dikencangkan.

Standar pemeriksaan fisik adalah peralatan dalam kondisi baik dan bersih.

4.11 Pengujian Indikator Charger

Pengujian indikator pada charger bertujuan untuk mengetahui apakah indikator tersebut bekerja sesuai dengan fungsinya.

Cara pengujiannya adalah sebagai berikut:

1. *Low Batere Indicator*

   Untuk pengujian dilakukan dengan cara menurunkan tegangan keluaran melalui rangkaian *control charger.*

2. *Over Voltage Batere*

   Untuk pengujian dilakukan dengan cara menaikkan tegangan keluaran melalui rangkaian control charger.

3. *AC Power Failure*

   Untuk pengujian dilakukan dengan cara melepas (off) MCB input AC ke charger.

4. *Charger Failure*

   Untuk pengujian dilakukan dengan cara melepas (off) MCBoutput DC ke batere.

5. Hubungkan charger dengan batere yang telah dikosongkan atau menggunakan *dummy load.*
6. Amati besaran arus pada amperemeter.
7. Bila terdapat perbedaan antara hasil pengukuran dengan besarnya arus output yang dibutuhkan, maka lakukan penyetelan arus *output charger* menggunakan potensiometer.

Masing-.masing tipe 1 merk charger telah mempunyai standar kapasitas arus maksimum yang diizinkan.

4.12 Pengecekan Meter-Meter

Tujuan pengecekan meter adalah untuk mengetahui akurasi dan meter-meter terpasang (arus batere, arus beban, dan tegangan beban).

Pada charger batere pada umurnnya memiliki tiga buah alat ukur yang terdiri dari meter untuk pengukuran arus batere, arus beban, dan tegangan beban.

Pengecekan dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Ukur besaran arus dan tegangan di terminal meter gunakan alat ukur beban.
2. Bandingkan hasil pengukuran alat ukur standar dengan penunjukkan meter.
3. Apabila terdapat perbedaan dan hasil pengukuran dengan toleransi lebih dan 15 %, maka meter terpasang harus dikalibrasi.

Standar akurasi meter yaitu 0,5 % -5 %.

4.13 Pemeriksaan Fisik

Pemeriksaan secara fisik bertujuan untuk mengetahui kondisi *cubicle charger* dan *fuse box* apakah dalam keadaan baik dan bersih.

Cara pelaksanaan pemeriksaan fisik adalah sebagai berikut:

1. Buka pintu panel charger.
2. Perhatikan kondisi kebersihan peralatan elektronik, meter-meter dan fuse.
3. Bersihkan bila terdapat kotoran dengan alat dan cairan pembersih. Untuk membersihkan peralatan elektronik gunakan kompressor.
4. Periksa kondisi baut danjika perlu dikencangkan.

Standar pemeriksaan fisik adalah peralatan dalam kondisi baik dan bersih.

4.14 Pengujian Indikator Charger

Pengujian indikator pada charger bertujuan untuk mengetahui apakah indikator tersebut bekerja sesuai dengan fungsinya.

Cara pengujiannya adalah sebagai berikut:

1. *Low Batere Indicator*

   Untuk pengujian dilakukan dengan cara menurunkan tegangan keluaran melalui rangkaian *control charger.*

2. *Over Voltage Batere*

   Untuk pengujian dilakukan dengan cara menaikkan tegangan keluaran melalui rangkaian *control charger.*

3. *AC Power Failure*

   Untuk pengujian dilakukan dengan cara melepas (off) MCB input AC ke charger.

4. *Charger Failure*

   Untuk pengujian dilakukan dengan cara melepas (off) MCB output DC ke batere.

Dalam pelaksanaan di lapangan alarm indikasi charger dapat dikatakan sesuai standar bila dilakukan pengujian pada salah satu bagian charger maka alarm tersebut muncul dengan baik.

4.15 Kondisi Gangguan dan Penanganannya

1. Over Volt Input

Kondisi gangguan ini terjadi karena tegangan input masukan 220 Vac lebih tinggi dan tegangan masukan tertinggi yang diperbolehkan. Selama tegangan masukan lebih tinggi, maka indikator LED Over Volt Input akan menyala dan charger akan shutdown (mati). Kondisi mi juga menyebabkan alarm berbunyi. Jika tegangan masukan sudah normal kembali, maka

indikator LED dan alarm akan mati dengan sendirinya dan charger akan beroperasi normal kembali.

2. Under Volt Input

Kondisi gangguan mi disebabkan karena tegangan input 220 Vac lebih rendah dan tegangan masukan terendah yang diperbolehkan. Kondisi ini menyebabkan indikator LED dan alarm akan menyala sehingga charger akan *shutdown.* Jika tegangan masukan sudah normal, maka indikator akan mati dan charger akan beroperasi lagi.

3. Over Volt Output

Kondisi ini disebabkan karena tegangan output melebihi tegangan output tertinggi yang diperkenankan. Jika terjadi *Over Volt Output, charger* akan seketika shutdown, dan indikator LED dan alarm akan menyala serta *relay* akan membuka untuk mencegah tegangan yang terlalu tinggi pada keluaran.

Charger akan mencoba hidup kembali setelah *interval* waktu sekitar 30 detik. Jika masih terjadi *Over Volt Output, charger* akan *shutdown*. Jika gangguan ini tidak hilang selama interval waktu tertentu dan charger sudah mencoba untuk aktif sebanyak empat kali, maka charger akan shutdown permanen. Jika sebelum empat kali gangguan telah hilang, maka *charger* akan beroperasi normal kembali.

4. Under Volt Output

Kondisi ini disebabkan karena tegangan keluaran lebih rendah dan tegangan yang sudah ditetapkan. Jika terjadi gangguan ini, indikator LED *Under Volt Output* dan alarm akan menyala. Gangguan ini tidak menyebabkan *charger shutdown.* Jika tegangan keluaran sudah normal kembali, maka indikator LED dan alarm akan mati sehingga rectifier akan terhubung kembali ke beban.

5. Over Load

Jika arus charger melebihi arus yang diperbolehkan, maka proteksi arus akan bekerja sehingga menyebabkan charger akan bekerja pada mode Arus Konstan dan indikator LED *Over Load* akan menyala sampai arus charger kembali normal.

6. Under Voltage Battery

Selama kondisi tegangan masukan tidak ada atau *charger shutdown* terjadi, beban akan dicatu oleh battere. Jika tegangan battere dibawah tegangan terendah yang diperbolehkan, maka indikator lampu *Under Voltage Battery* dan alarm akan menyala, sehingga beban dilepas oleh battery.

7. MCB Trip

Selama *charger* beroperasi normal, jika satu atau lebih MCB mengalami trip atau dibuka (di-off-kan), maka alarm akan berbunyi.

4.16 Fungsi Rectifier Di Gardu Listrik PT. PLN

Setiap gardu listrik memiliki rectifier. Dimana fungsi rectifier tersebut adalah untuk memberikan suplay tegangan kepada perangat lain yangmembutuhkan tegangan. Dengan adanya rectifier di setiap gardu,pihak PLN tidak akan resah jika terjadi gangguan. Karena fungsi rectifier tersebut adalah penyimpan tegangan, dimana pada saat terjadi listrik mati, rectifier tersebut akan bekerja. Sehingga perangkat lainpun akan bekerja dan tidak akan terjadi pemadaman listrik di daerah yang terjadi gangguan.

Namun tidak selamanya rectifier tersebut bisa melakukan suplay tegangan. Kemampuan rectifier untuk melakukan suplay tegangan biasanya tergantung dari kemampuan tiap – tiap rectifier tersebut. Rata – rata rectifier memiliki kemampuan memberikan suplay tegangan selama 8 jam. Dan setelah itu akan habis.

Maka dari itu, selama gangguan terjadi, pihak dari PLN akan segera memperbaiki kerusakan yang terjadi. Karena jika kerusakan tersebut belum diperbaiki dan kemampuan rectifier sudah hampir habis, maka akan terjadi pemadaman listrik di daerah yang terkena gangguan tersebut. Dan kerugianpun tak bisa dicegah.