

EVALUASI TEGANGAN RIPPLE PENYEARAH GELOMBANG (RECTIFIER) REDUNDANSI 2 (BTU21/22) RSG GA. SIWABESSY

Koes Indrakoesoema, Rachmat Triharto, Adin Sudirman

PRSG, BATAN, Tangerang Selatan, Indonesia

Email : koes@batan.go.id

ABSTRAK

Penyearah gelombang (rectifier) adalah bagian dari catu daya (power supply) yang berfungsi untuk mengubah sinyal tegangan AC (Alternating Current) menjadi tegangan DC (Direct Current). Penyearah gelombang (rectifier) pada RSG-GAS digunakan sebagai sistem catu daya tak putus bagi Sistem Keselamatan Reaktor (RPS). Enam (6) sistem catu daya yang berfungsi sebagai redundansi di RPS masing-masing dicatu dengan tegangan + 26 V (3 redundansi) dan -26 V (3 redundansi). Sejak awal beroperasi pada tahun 1987 belum dilakukan kembali pengukuran ulang untuk nilai tegangan ripple pada rectifier. Pada makalah ini akan dievaluasi riak (ripple) tegangan pada Rectifier redundansi 2, yaitu rectifier positif (BTU21) dan rectifier negative (BTU22). Nilai tegangan ripple diperoleh dengan melakukan pengukuran pada output rectifier saat charging ke batere dilepas dengan menggunakan Handheld Digital Oscilloscope SHS1062. Diperoleh tegangan ripple untuk rectifier positif (BTU21), $V_r = 68$ mV dan untuk rectifier negative (BTU22), $V_r = 22$ mV. Dari spesifikasi modul rectifier D 380 G 26, tegangan ripple (V_r) dibatasi maksimum 2% dari 29 V, yaitu 580 mV tanpa batere, sehingga ripple pada BTU21/22 masih di bawah nilai batas maksimumnya.

Kata kunci : Ripple, rectifier, system keselamatan reaktor

ABSTRACT

An Evaluation of Ripple Voltage of Rectifier Redundancy-2 (BTU21/22) RSG GA. Siwabessy. Rectifier is part of the power supply, which serves to convert the AC voltage (Alternating Current) to DC voltage (Direct Current). The rectifier on RSG-GAS is used as uninterruptible power supply system for power supply of Reactor Protection System (RPS). Six (6) power supply systems that serve as a redundancy in RPS are each supplied with a voltage of + 26 V (3 redundancy) and -26 V (3 redundancy). Ripple wave is an AC at the output of DC rectifier that accompanies DC wave. This paper will evaluate ripple voltage on the rectifier redundancy-2, the positive rectifier (BTU21) and negative rectifier (BTU22). Since operations in 1987, the ripple voltage for the BTU21/22 has not been measured. In this paper, the ripple voltage of redundancy-2 rectifier will be evaluated, that is the positive rectifier (BTU21) and the negative rectifier (BTU22). The measurements of the ripple voltage are performed at the output rectifier when charging to battery is disconnected and measurements are using the SHS1062 Handheld Digital Oscilloscope. The result of ripple voltage on the positive rectifier (BTU21), $V_r = 72$ mV and for the negative rectifier (BTU22), $V_r = 22$ mV. From the rectifier module specification of D 380 G 26, the voltage ripple (V_r) are limited to a maximum of 2% of 29 V, which is 580 mV without batteries, so the ripple in BTU21/22 is still below its maximum limit value.

Key words: Ripple, rectifier, reactor protection system

PENDAHULUAN

Arus searah atau *Direct Current (DC)* adalah jenis arus yang arahnya *uni directional* terhadap muatan listrik. Arus DC diproduksi oleh baterai, termokopel, sel surya dan Mesin listrik DC. Arus listrik mengalir dalam arah yang konstan.

Agar gelombang tegangan menjadi gelombang DC yang lebih linier/rata maka dilengkapi dengan filter L-C. Filter L-C digunakan untuk mengurangi riak (*ripple*). Gelombang *ripple* timbul sebagai akibat tidak sempurnanya keluaran *rectifier*, sehingga bentuk gelombang yang seharusnya linier/searah masih mengikutkan bentuk gelombang AC[1].

Catu tegangan DC di RSG GA. Siwabessy dibagi menjadi 2 (dua), yaitu catu tegangan +26 V dan catu -26 V. Beban-beban yang ada di RSG-GAS tidak hanya beban-beban yang membutuhkan tegangan AC tapi juga tegangan DC terutama untuk system instrumentasi dan kendali serta beberapa motor DC.

Catu daya AC melalui sisi sekunder transformator akan menjadi masukan bagi *rectifier* 3 fasa gelombang penuh (*three-phase full-wave*) yang akan merubah gelombang AC menjadi DC.

Pembangkit arus DC pada RSG GA. Siwabessy menggunakan 3 buah *positive rectifier*, yaitu BTU11, BTU21, dan BTU31, dan 3 buah *negative rectifier*, yaitu BTU12, BTU22, dan BTU32 yang identik satu dengan lainnya. *Rectifier* dilengkapi dengan fasilitas monitoring dan pengaman, yang terdiri dari catu tegangan 380/220 V (50 Hz), thyristors, tegangan DC, keluaran arus DC, rangkaian baterai, dan *fuses*.

Beban-beban yang dicatu oleh BTU21 adalah beban dengan tegangan +24 V dan BTU22 untuk mencatu tegangan -24 V dan juga berfungsi untuk mencas baterai. Beban yang dicatu dikategorikan pada sistem keselamatan reaktor. *Rectifier* positif dan negative ini bekerja secara parallel standby dengan baterai, sehingga saat terjadi gangguan pada *rectifier*, baterai akan mencatu beban tanpa mengalami pemutusan.

Salah satu kriteria masih berfungsi dengan baik *rectifier* ini adalah nilai tegangan

ripple tidak melebihi 2% dari nilai output *rectifier* saat hubungan ke baterai dilepas.

Tujuan penulisan makalah ini adalah untuk mengetahui kelayakan system BTU21 dan BTU22 dengan mengukur besarnya tegangan *ripple*, dimana nilai tegangan *ripple* tidak boleh melebihi 2%, agar beban-beban DC pada keselamatan reaktor tidak mengalami kerusakan sebagai akibat tingginya gelombang *ripple* yang timbul.

Pengukuran tegangan *ripple* dilakukan setelah terlebih dahulu baterai sebagai catu daya DC dilepas dan titik pengukuran adalah output *rectifier*. Alat ukur yang digunakan adalah *Handheld Digital Oscilloscope SHS1062*.

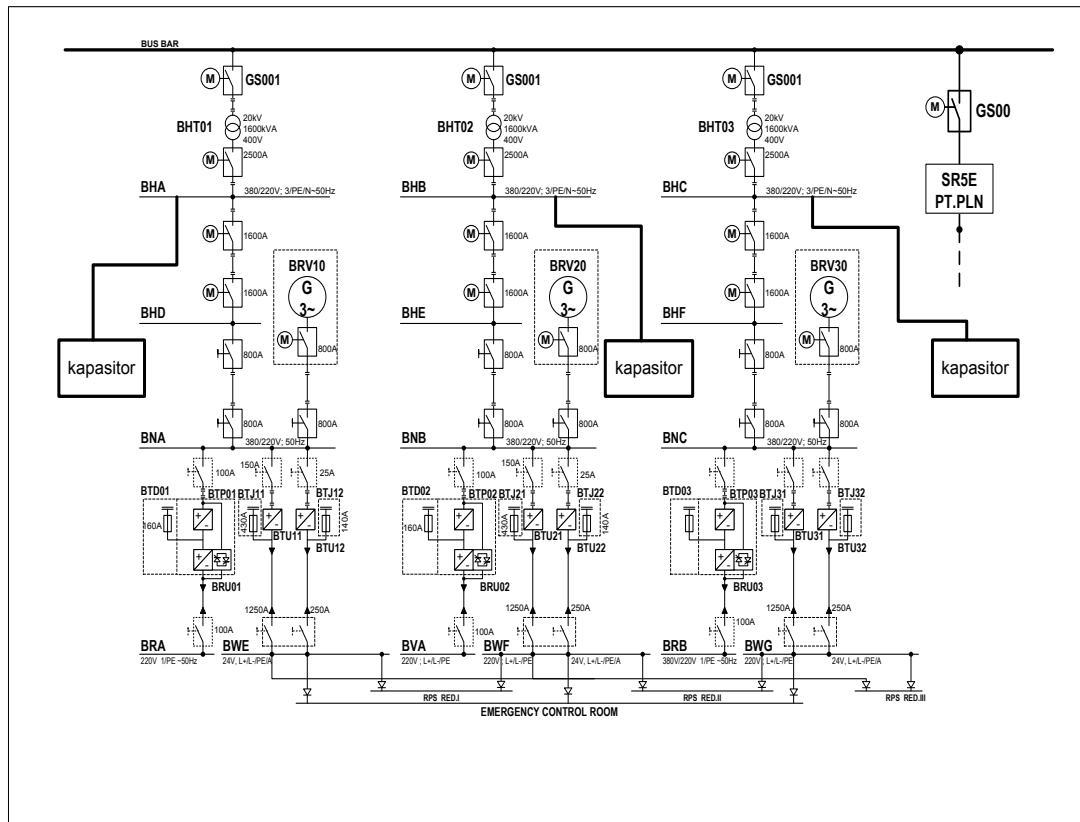
Sistem Pembangkit DC ± 26 V RSG GA Siwabessy

Catu daya tak putus bagi sistem keselamatan reaktor dan Instrumentasi dan Kontrol yang terkait dengan sistem keselamatan di disain 3 redundansi, masing-masing mempunyai tegangan keluaran ± 26 V. Masing-masing sistem terdiri dari *rectifier* dan baterai yang beroperasi secara paralel dan dihubungkan dengan busbar distribusi tegangan DC BWE, BWF, dan BWG. Lihat Gambar 1.

Spesifikasi *rectifier* positif BTU21 dan BTU22 adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Spesifikasi *Rectifier* [2]

	<i>Positive Rectifier</i> (BTU21)	<i>Negative Rectifier</i> (BTU22)
Tegangan input	380 V	380 V
Frekuensi	50 Hz	50 Hz
Daya input	58 kVA	9,5 kVA
Konsumsi arus	86 A	14 A
Arus DC nominal	1250 A \pm 2%	200 A \pm 2%
Tegangan Trickle Charging	29 V; 2,23 V/sel \pm 1%	29 V; 2,23 V/sel \pm 1%
Tegangan <i>ripple</i> (V_{rms}) (tanpa baterai)	maksimum 2% dari 29 V	maksimum 2% dari 29 V
Range temperature lingkungan	-5 $^{\circ}$ C s.d +40 $^{\circ}$ C	-5 $^{\circ}$ C s.d +40 $^{\circ}$ C



Gambar 1. Diagram segaris distribusi daya RSG-GAS[3]

METODOLOGI

Metode yang dilakukan adalah dengan mengukur tegangan *ripple* pada *rectifier* BTU21 dan BTU22, dimulai dengan mengukur output *rectifier* saat baterai dan beban masih terhubung. Kemudian pengukuran diulangi setelah *charging* ke baterai dilepas dan beban tetap terhubung, sehingga beban-beban DC hanya dipasok dari output *rectifier*. Titik pengukuran diambil dari output *rectifier* BTU21 dan BTU22.

Gelombang *ripple* yang terjadi pada output *rectifier* diukur menggunakan *Handheld Digital Oscilloscope SHS1062*. Dari gelombang yang timbul dapat diketahui nilai tegangan *ripple* yang terjadi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses konversi dari tegangan ac menjadi tegangan dc (rektifikasi) akan menghasilkan riak pada tegangan keluaran

penyearah. Adanya riak merupakan sesuatu yang tidak disukai pada konverter ac-dc, sehingga harus dihilangkan dan untuk menghilangkannya dengan cara memasang kapasitor paralel dengan keluaran penyearah. Pemasangan kapasitor dengan kapasitas besar akan memperkecil riak pada tegangan keluaran penyearah namun memberikan pengaruh merugikan bagi dioda penyearah [4].

Kelayakan *rectifier* masih berfungsi dengan baik, salah satunya adalah dengan mengukur besarnya tegangan riak (*ripple*) pada output *rectifier*. Semakin besar *ripple* tegangan menunjukkan adanya gangguan pada *rectifier*, sehingga dapat mengakibatkan rusaknya beban-beban DC karena input yang seharusnya linier diterima oleh beban akan mengikutkan gelombang sinusoidal [5].

Hasil pengukuran output tegangan *rectifier* BTU21 dan BTU22 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Output tegangan rectifier BTU21 dan BTU22

	BTU21	BTU22
Output tegangan rectifier (V)	29,20	29,60
Output tegangan ripple rectifier dengan batere (V)	0,12	0,136
Output tegangan ripple rectifier tanpa batere (V)	0,068	0,022
tegangan maksimum tanpa batere (V)	0,184	0,10

Gelombang output tegangan BTU21 dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Gelombang output tegangan *rectifier* BTU21 dengan batere terpasang



Gambar 3 . Gelombang output tegangan *rectifier* BTU21 tanpa batere

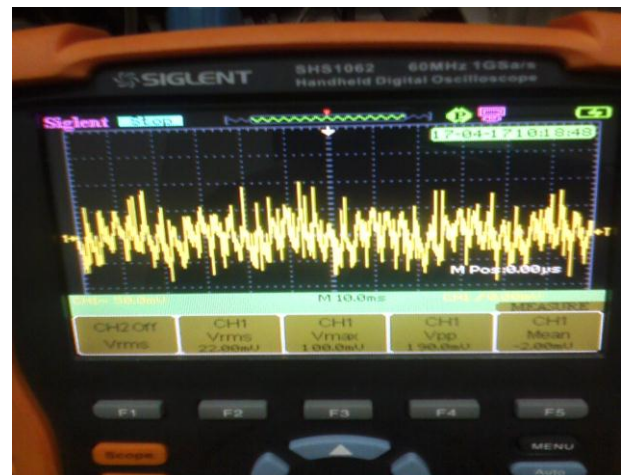
saat charging ke batere belum dilepas, yaitu 120 mV dan tegangan maksimum adalah 320 mV, saat charging ke batere dilepas tegangan *ripple*

(V_{rms}) seperti terlihat pada Gambar 3, adalah 68 mV dan tegangan maksimum 184 mV. Dari gelombang tegangan *ripple* ini terlihat bahwa nilainya masih di bawah spesifikasi teknis *rectifier* dimana disyaratkan maksimum ripple adalah 2% dari 29 V atau 580 mV.

Rectifier negatif diperlukan bagi beban yang membutuhkan tegangan -24 Volt atau membutuhkan tegangan 48 Volt (penjumlahan dengan output *rectifier* positif). Tegangan *ripple* yang dihasilkan oleh *rectifier* negative (BTU22) dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. Gelombang tegangan ripple rectifier BTU22 dengan batere terpasang



Gambar 5. Gelombang output tegangan *rectifier* BTU22 tanpa batere

Gelombang dan tegangan *ripple* saat batere belum dilepas dapat dilihat pada Gambar

4, V_{rms} adalah 136 mV dan V_{max} adalah 288 mV. Tegangan *ripple* saat *charging* ke batere dilepas (Gambar 5), yaitu $V_{rms} = 22$ mV dan tegangan maksimum $V_{max} = 100$ mV. Gelombang tegangan *ripple* juga menunjukkan bahwa nilai tegangan *ripple* masih dibawah persyaratan teknik, yaitu 2% dari 29 V atau 580 mV.

Nilai-nilai tegangan pada *rectifier* positif dan negatif yang masih dibawah nilai yang dipersyaratkan menunjukkan kelayakan ke dua *rectifier* tersebut dalam mencatu beban-beban DC, terutama pada beban Sistem Keselamatan Reaktor.

KESIMPULAN

Rectifier positif (BTU21) dan *rectifier* negatif (BTU22) digunakan sebagai penyearah gelombang AC menjadi DC sebagai catu daya beban-beban DC pada Sistem Pengaman Reaktor. Tegangan *ripple* yang timbul pada BTU21 adalah 68 mVolt dan BTU22 adalah 22 mVolt. Nilai-nilai tersebut masih di bawah nilai dari spesifikasi yang dipersyaratkan, yaitu maksimum 2% dari nilai keluaran *rectifier*, yaitu 29 Volt atau 580 mVolt. Dengan demikian BTU21 dan BTU22 masih layak digunakan sebagai penyearah gelombang AC pada beban-beban DC di Sistem Pengaman Reaktor.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] **ZUHAL (1995)** "Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya", PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [2] *System Description, DC-Generating System ± 26 V*, BTU, MPR30, INTERATOM.
- [3] LAK, RSG.KK.01.01.63.11, Rev.10.1, BAB IX.
- [4] **BUDHI ANTO (2010)**, "Analisis Riak Tegangan Keluaran Konverter AC-DC Berbasis Topologi Penyearah Banyak-Pulsa Susunan Paralel", *ELECTRICIAN Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, Volume: 4, No.1, Januari 2010
- [5] **KOES INDRAKOESOEMA, dll (2016)**, "Evaluasi Ripple Tegangan pada Penyearah Gelombang BTU11 dan BTU31 RSG GA. SIWABESSY", Seminar Nasional Teknologi dan Aplikasi Reaktor Nuklir, Agustus 2016.