

## **PENGUJIAN OUTPUT PULSE GENERATOR PB-5 SEBAGAI ALAT PENGUJI SISTEM PEMANTAU RADIASI TERPASANG RSG-GAS**

Nugraha Luhur, Subiharto, Sukino, Ranji Gusman  
PRSG-BATAN

### **ABSTRAK**

**PENGUJIAN OUTPUT PULSE GENERATOR PB-5 SEBAGAI ALAT PENGUJI SISTEM PEMANTAU RADIASI TERPASANG RSG-GAS.** Telah dilakukan pengujian keluaran (output) sumber pembangkit pulsa (Pulse Generator) model PB-5 yang akan dipergunakan sebagai alat penguji (simulasi) sistem pemantau radiasi terpasang di RSG-GAS. Sumber pembangkit pulsa TKP 310 merupakan peralatan bantu yang dipergunakan untuk mensimulasi pengganti detektor. Peralatan tersebut telah rusak dan digantikan dengan Pulse Generator PB-5. Pulse Generator PB-5 merupakan peralatan bantu instrumentasi nuklir yang menghasilkan bentuk pulsa ekor sebagai pengganti pulsa dari detektor nuklir. Salah satu tahapan perawatan periodik sistem pemantau radiasi terpasang di RSG-GAS adalah dilakukan pengujian menggunakan sumber pembangkit pulsa atau sumber pembangkit arus dan menggunakan sumber radiasi standar. Perawatan periodik yang dilakukan mengacu kepada prosedur Maintenance and Repair manual (MRM) dari pabrikan. Pengujian output Pulse Generator PB-5 dilakukan dengan cara melakukan pengukuran keluaran dengan menggunakan tiga buah alat ukur yang berbeda jenisnya kemudian menghitung rata-rata rentang pengukuran. Hasil pengujian dipergunakan sebagai pedoman atau acuan setiap melakukan perawatan rutin tahunan ke depan. Dalam pengujian ini diperoleh nilai frekuensi keluaran Pulse Generator PB-5 sesuai dengan nilai frekuensi yang ditampilkan pada layar LCD dengan faktor kalibrasi 1,021 dan koefisien korelasi  $R^2$  sebesar 99,9 %. Prosentase dan dapat dipergunakan sebagai alat penguji sistem pemantau radiasi. Perbedaan terbesar 7,81 % dan masih dalam rentang prosentase yang dipersyaratkan pada dokumen Maintenance and Repair manual (MRM) sebesar  $\pm 20$  %, sehingga Pulse Generator PB-5 dapat menggantikan sumber pembangkit pulsa TKP 310 yang telah rusak.

**Kata kunci:** Pulse Generator, Pemantau Radiasi

### **ABSTRACT**

**TESTING OUTPUT PULSE GENERATOR PB-5 AS A TEST TO RADIATION MONITORING SYSTEM IN RSG-GAS.** Testing the output pulse generator Model PB-5 have been done which will be used as simulation to radiation monitoring system in the RSG-GAS. Pulse generator TKP-310 is auxiliary equipment that is used to simulate detector replacement. The equipment has been damaged and replaced with Pulse Generators PB-5. Pulse Generators PB-5 is a nuclear instrumentation auxiliary equipment that generates the pulse shape of the pulse tail in lieu of nuclear detectors. One of the stages of the periodic maintenance of radiation monitoring systems installed in RSG-GAS testing was performed using a pulse generator source or sources of the current generation and the use of standard radiation sources. Periodic maintenance is performed referring to the procedure Maintenance and Repair manual (MRM) from the manufacturer. Testing the output pulse generator PB-5 is done by measuring the output using three different types of measuring tools then compute the average range measurements. The test results are used as a guide or reference any annual routine maintenance work ahead. In this assay values obtained Pulse Generator output frequency of PB-5 in accordance with the frequency value displayed on the LCD screen with a calibration factor of 1.021 and a correlation coefficient  $R^2$  of 99.9 %. Percentage and can be used as a test system of radiation monitoring 7.81% and the biggest difference is in the range of percent required on documents Maintenance and Repair manual (MRM) of  $\pm 20$  %, so the Pulse Generator PB-5 can replace the source pulse generator 310 crime scenes that have been damaged.

**Key word:** Pulse Generator, Monitoring Radiation

### **PENDAHULUAN**

Sistem proteksi radiasi terpasang di Reaktor Serba Guna GA Siwabessy (RSG-GAS) terdiri dari beberapa peralatan ukur radiasi yaitu pengukur dosis

radiasi, pemantau tingkat aktivitas radioaktif dalam udara, dan pemantau tingkat aktivitas radioaktif dalam air pendingin primer. Peralatan tersebut terpasang secara permanen dalam gedung reaktor. Di RSG-GAS terdapat tigapuluh tiga sistem pemantau

radiasi yang dipasang diberbagai lokasi dan ditentukan letaknya pada ruangan yang dimungkinkan mempunyai potensi terdapat radiasi. Satu sistem pemantau radiasi secara umum tersusun dari beberapa modul elektronik yaitu <sup>11</sup>:

- modul suplai tegangan tinggi detektor
- modul amplifier
- modul suplai tegangan rendah + 15 V dan - 15 V
- modul pengatur alarm
- modul pengubah tegangan menjadi arus
- indikator penunjuk analog dalam skala logaritmic

Agar kinerja sistem pemantau radiasi dapat selalu teramati dan terkontrol unjuk kerjanya maka secara rutin setiap enam bulan sekali dan satu tahun sekali dilakukan perawatan dan pengujian atau dapat disebut sebagai kalibrasi internal. Hal tersebut dilakukan untuk menguji ketepatan nilai pengukuran alat ukur radiasi dari nilai yang sebenarnya. Pengujian sistem pemantau radiasi terpasang di RSG-GAS dilakukan menggunakan sumber

pembangkit pulsa atau sumber pembangkit arus dan sumber radiasi standar. Perawatan dan pengujian yang dilakukan mengacu kepada Petunjuk Perawatan dan Perbaikan (*Maintanance and Repair Manual, MRMI*) Volume 1 Bab 5.2 tentang Instrumentasi dan Kendali yang disertakan sejak serah terima dokumen (*Turn Over Package, TOP*) oleh *Inter Atom GMBH*. Pengujian menggunakan sumber pembangkit pulsa atau sumber pembangkit arus berfungsi untuk menguji unjuk kerja dan linieritas sistem elektronik yang tersusun atas modul-modul elektronik sedangkan pengujian menggunakan sumber standar berfungsi untuk menguji fungsi detektor dan linieritasnya skala pengukur. Modul-modul elektronik yang dipergunakan berfungsi untuk mengubah frekuensi menjadi tegangan dan arus dengan rentang 0 – 10 volt dan 0 – 20 mA. Jenis dan periode pelaksanaan perawatan sistem pemantau radiasi yang ada dalam *MRM* yaitu:

**Tabel 1.** Jenis dan periode perawatan

No.	JENIS PERAWATAN	PERIODE
a.	Uji fungsi dengan sinyal simulasi	setiap 1 tahun
b.	Pengujian tegangan tinggi detektor	Setiap 6 bulan
c.	Pengujian Amplifier	Setiap 6 bulan
d.	Pengujian nilai-nilai alarm pada modul TKKG	Setiap 6 bulan
e.	Pengujian semua alarm di <i>On Site</i> , RKU, RKD	Setiap 6 bulan
f.	Pengujian menggunakan sumber radiasi standar	Setiap 6 bulan

Dalam tulisan ini akan di bahas pengujian menggunakan sumber pembangkit pulsa. Salah satu alat penguji dalam melakukan perawatan adalah sumber pembangkit pulsa yang diberi kode TKP 310. Dengan berjalannya waktu operasi dan usia komponen sumber pembangkit pulsa TKP 310 sudah tidak dapat dioperasikan lagi karena rusak dan tidak dapat dilakukan perbaikan. Sementara jenis peralatan sumber pembangkit pulsa TKP 310 buatan *Mannesman Hartmann and Braun* sudah tidak diproduksi lagi. Pengujian menggunakan sumber pembangkit pulsa digantikan dengan sumber pembangkit pulsa jenis lain yaitu *PULSE GENERATOR PB-5* buatan *Berkley Nuclear Coorporate*. Sumber pembangkit pulsa yang baru (*Pulse Tail Generator PB-5*) mempunyai keluaran dengan jangkauan atau rentang frekuensi yang berbeda dibandingkan dengan sumber pembangkit pulsa TKP 310. Sehingga keluaran sumber pembangkit pulsa harus dilakukan validasi agar pengujian dengan menggunakan Pulse generator PB-5 ini sesuai dengan harga-harga parameter *set point*

(tegangan dan arus keluaran) yang tertera pada *MRM*. Pengujian dilakukan dengan cara melakukan pengukuran keluaran Pulse Generator PB-5 dengan menggunakan tiga buah alat ukur yang berbeda jenisnya kemudian menghitung rentang pengukurannya dan menghitung rata-rata rentang pengukuran. Sehingga setiap penggunaan nilai pengujian mempunyai rentang pengukuran atau prosentase (batas) kesalahan. Hasil pengujian dipergunakan sebagai pedoman atau acuan setiap melakukan perawatan rutin tahunan ke depan. Dari kajian juga dapat dipergunakan sebagai dasar revisi *MRM* atau revisi prosedur pengujian sistem pemantau radiasi terpasang.

**DASAR TEORI**

Secara umum prinsip dasar perawatan peralatan dibagi dalam dua kelompok yaitu Perawatan Awal (*Preventive Maintanance*) dan Perawatan Perbaikan (*Corrective Maintanance*). Perawatan sistem pemantau radiasi terpasang di

RSG-GAS yang dilakukan berdasar *MRM* masuk kedalam kelompok *preventive maintenance* yang pada hakekatnya merupakan uji fungsi unjuk kerja sistem. Dalam pelaksanaan uji fungsi unjuk kerja sistem pemantau radiasi dilakukan dengan menggunakan 2 alat pengujian yaitu sumber pembangkit pulsa dan sumber standar. Pengujian menggunakan sumber pembangkit pulsa berfungsi untuk menguji unjuk kerja dan linieritas sistem yang tersusun atas modul-modul elektronik. Cara yang dilakukan yaitu dengan cara melepaskan detektor dari sistem elektronik pendukung. Pulsa yang dihasilkan oleh detektor digantikan (disimulasi) dengan pulsa yang berasal dari sumber pembangkit pulsa. Modul-modul elektronik yang dipergunakan berfungsi untuk mengubah frekuensi menjadi tegangan dan arus dengan rentang 0 – 10 volt dan 0 – 20 mA. Dalam *MRM* setelah sistem disimulasi menggunakan sumber pembangkit pulsa kemudian dilakukan pengujian menggunakan sumber radioaktif standar.

### Sumber Pembangkit Pulsa

#### a) Pulse Generator TKP 310

Sumber pembangkit pulsa TKP 310 merupakan sebuah peralatan elektronik yang dapat menghasilkan pulsa dan dipergunakan untuk mensimulasikan pulsa yang dihasilkan oleh detektor radiasi. Sumber pembangkit pulsa TKP 310 dapat dioperasikan dengan rentang frekuensi  $1.10^{-1}$  Hz sampai dengan  $5.10^{+5}$  Hz<sup>21</sup>. Nilai-nilai frekuensi yang dipergunakan untuk simulasi telah ditetapkan dalam dokumen *MRM* yang mewakili decade-decade pengukuran. Setiap decade pengukuran dapat diatur sampai ketelitian satu perseratus skala keluaran yang pengaturannya dilakukan melalui sebuah potensiometer (*ten potentio*). Sumber pembangkit pulsa TKP 310 mempunyai tegangan kerja -15 Volt dan +15 Volt yang bentuk fisiknya dapat dilihat pada Gambar 4a.

#### b) Pulse Generator PB-5

*Pulse Generator model PB-5* merupakan peralatan bantu instrumentasi nuklir yang menghasilkan bentuk pulsa ekor dan pulsa datar yang dihasilkan oleh detektor nuklir. Pulse Generator PB-5 dilengkapi dengan indikator digital dengan layar *LCD*, *keypad* serta tombol spinner dan dapat dioperasikan sebagai *ramp generator* sehingga dapat dipergunakan untuk pengujian stabilitas, linieritas dan resolusi *Multi Channel Analyzer (MCA)* pada sistem spektrometer. Frekuensi keluaran Pulse Generator PB-5 mempunyai rentang dari 2 Hz sampai 500 kHz dengan amplitude 0 Volt sampai 10 Volt.<sup>31</sup> Bentuk dari Pulse Generator Pb-5 ditunjukkan pada Gambar 4b.



Gambar 1.a.) Pulse Generator TKP 310



Gambar 1.b.) Pulse Generator PB-5

#### c) Universal Frekuensi Counter Model TF830

*Universal Frekuensi Counter Model TF830* merupakan peralatan bantu instrumentasi yang dapat dipergunakan untuk melakukan pencacahan frekuensi pulsa listrik. Peralatan ini buatan *Thurlby Thandar instruments, TTI* yang dapat berdiri sendiri dengan suplai daya 220 V 50 Hz. Input untuk pengukuran menggunakan kabel standar BNC. Alat pencacah ini mempunyai jangkauan pengukuran dari frekuensi 5 Hz sampai 1300 Mhz. Waktu pengukuran dapat dipilih pada selang waktu 0.1 detik, 1 detik dan 10 detik. Indikator penunjuk berupa Layar *LCD* dengan 8 angka digit. Bentuk peralatan universal frekuensi counter TF830 dapat dilihat pada gambar di bawah ini



Gambar 2. Frekuensi Counter Model TF830

#### d) Handheld Digital Oscilloscope Model SHS1062

*Handheld Digital Oscilloscope Model SHS1062* buatan *Siglent* merupakan peralatan bantu instrumentasi yang dipergunakan untuk melihat bentuk pulsa listrik dan untuk mengukur frekuensi. Oscilloscope ini dapat mengukur seperti pada umumnya oscilloscope yaitu amplitude, lebar pulsa dan frekuensi dengan jangkauan 0 sampai dengan 60 MHz. Indikator penunjuk hasil pengukuran berupa

indikator digital yang terletak pada sudut bagian atas layar LCD. Bentuk peralatan *Handheld Digital Oscilloscope Model SHS1062* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 3.** Handheld Digital Oscilloscope Model SHS1062

**e) Timer Counter Model 996 (ORTEC)**

*Timer Counter Model 996* buatan Ortec merupakan peralatan bantu instrumentasi nuklir yang dirancang untuk digunakan sebagai alat pencacahan pulsa yang dihasilkan oleh detektor radiasi. Alat pencacah ini mempunyai jangkauan pengukuran dari frekuensi 0 Hz sampai 25 MHz. Waktu pengukuran dapat diatur pada selang waktu sampai dengan 99 menit. Indikator penunjuk berupa 8 digit dalam bentuk LED 7-Segmen. Bentuk peralatan *Timer Counter Model 996* ditunjukkan pada Gambar di bawah ini



**Gambar 4.** Timer Counter Model 996 (ORTEC)

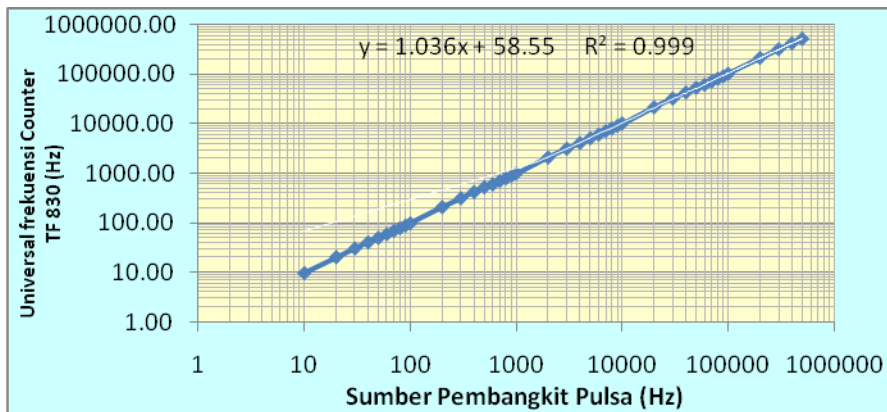
**TATA KERJA**

1. Pengujian dilakukan dengan cara melakukan pengukuran keluaran sumber pembangkit pulsa Pb-5 dengan tiga counter yang berbeda yaitu menggunakan Universal Frekuensi Counter Model TF830, Oscilloscope Model dan Timer Counter Model 996 ORTEC dengan berbagai variasi frekuensi.
2. Pencacahan diatur pada selang waktu yang sama yaitu sebesar 10 detik agar data yang diperoleh pada kondisi yang relatif stabil
3. Pengukuran dilakukan berulang sebanyak 5 kali dan dihitung rata-ratanya serta rentang pengukurannya

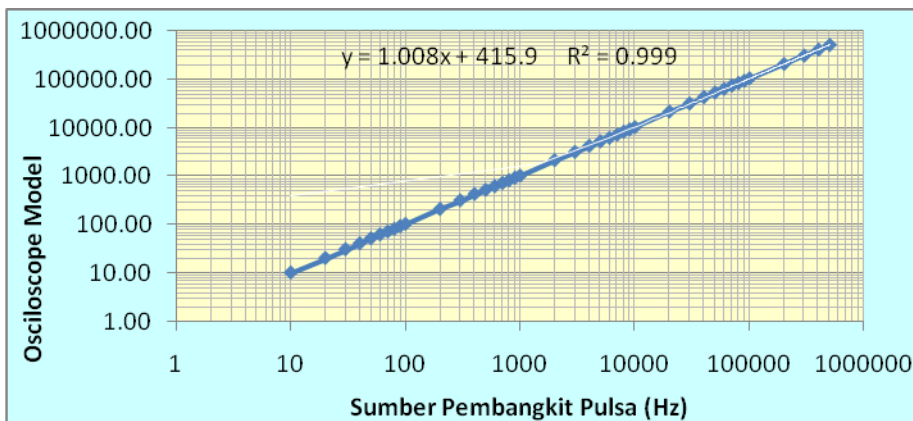
4. Menghitung rata-rata rentang pengukuran dari tiga buah counter.
5. Membuat label hasil validasi berupa factor kalibrasi sebagai dasar atau acuan penggunaan sumber pembangkit pulsa Pb-5, terutama untuk keperluan pengujian sistem pemantau radiasi di RSG-GAS

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

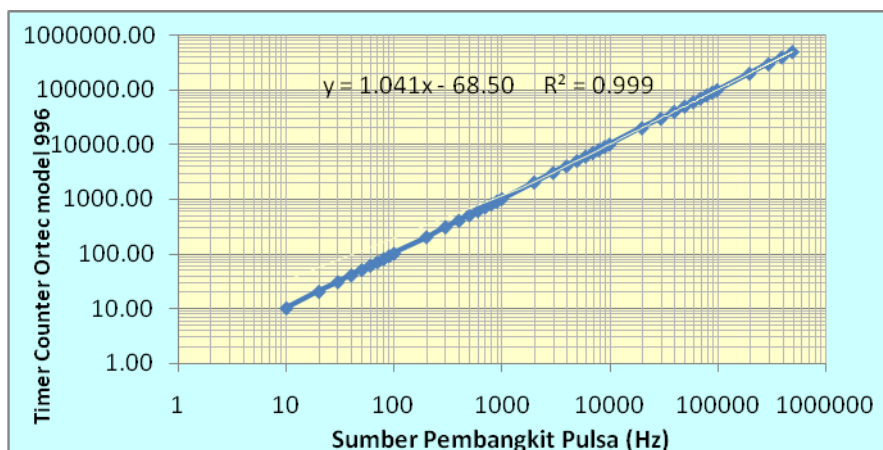
Hasil pengujian sumber pembangkit pulsa dengan tiga buah alat pencacah (counter) ditunjukkan pada Gambar 5, Gambar 6 dan Gambar 7 di bawah ini:



Gambar 5. Grafik pencahan menggunakan Universal Frekuensi Counter TF830



Gambar 6. Grafik pencahan menggunakan Oscilloscope Model SHS1062



Gambar 7. Grafik pencahan menggunakan Timer Counter Model 996 ORTEC

Dari ketiga gambar tersebut dapat dilihat bahwa hubungan antara nilai frekuensi yang ditunjukkan oleh indikator pada LCD sumber

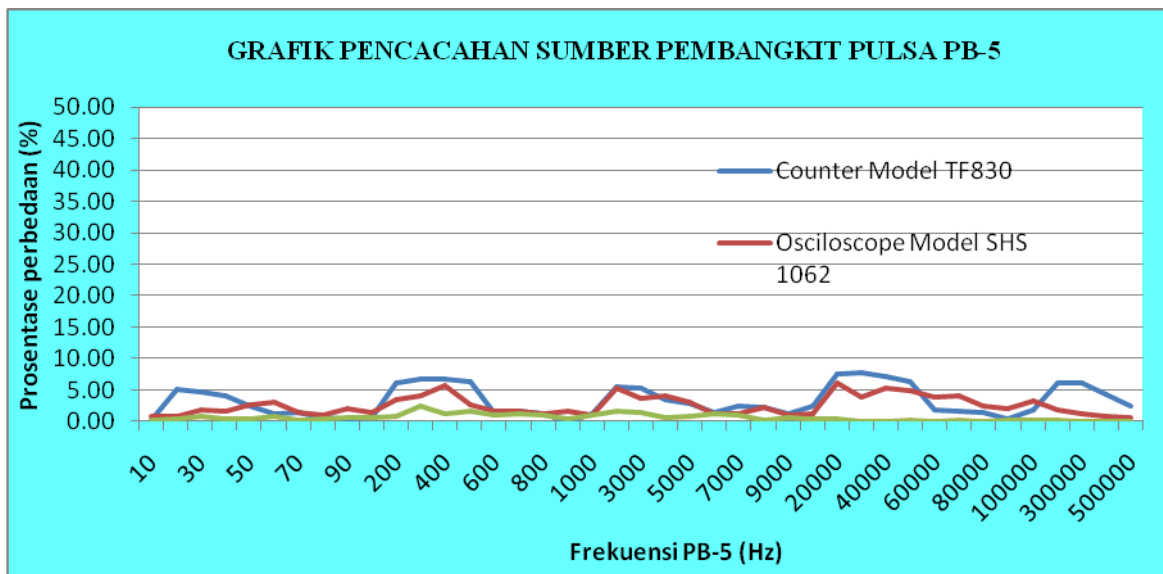
pembangkit pulsa PB-5 dengan hasil dari tiga buah pencahan frekuensi mempunyai koefisien korelasi  $R^2$  ditunjukkan dalam Tabel 2 dibawah ini

**Tabel. 2** Tingkat linieritas Pencacah

No	TIPE PENCACAH	Koefisien Korelasi R <sup>2</sup>
1.	Universal Counter Model TF 830	99,9 %
2.	Handheld Digital Oscilloscop Model SHS1062	99,9 %
3.	Timer Counter Model 996 ORTEC	99,9 %

Hal ini menunjukkan bahwa antara nilai yang ditunjukkan oleh indikator LCD sumber pembangkit pulsa PB-5 dengan jumlah pencacahan mempunyai hubungan yang proporsional. Dari 3 buah counter yang berbeda menunjukkan bahwa hubungan antara nilai yang ditunjukkan oleh LCD sumber pembangkit pulsa PB-5 dengan pengukuran menggunakan counter tidak linier 100 %. Nilai hasil

pengukuran pada setiap nilai variasi frekuensi cenderung selalu lebih besar dari nilai yang ditunjukkan oleh indikator LCD sumber pembangkit pulsa. Perbedaan nilai tersebut jika di sajikan dalam bentuk prosentase ditunjukkan pada Gambar 8 dengan nilai rata-rata prosentase perbedaan pengukuran ditunjukkan dalam Tabel 3 di bawah.



**Gambar 8.** Grafik Prosentase perbedaan pengukuran tiga buah counter

**Tabel. 3** Rata-rata prosentase perbedaan pengukuran

No	TIPE PENCACAH	Prosentase perbedaan (%)		
		Tertendah	Tertinggi	rerata
1.	Universal Counter Model TF 830	0.06	7.81	3,24
2.	Handheld Digital Oscilloscop Model SHS1062	0.63	6.05	2,49
3.	Timer Counter Model 996 ORTEC	0.03	2.39	0.58
		rerata		2,10

Dari Gambar 8 dan Tabel 3 dapat ditunjukkan grafik prosentase perbedaan dari tiga buah alat

pencacah dengan hasil pengukuran pencacah lebih besar dari pada frekuensi yang ditampilkan pada

layar LCD sumber pembangkit pulsa PB-5. Jika dibandingkan prosentase perbedaan pengukuran dari tiga buah alat pencacah tersebut, pencacah Ortec Model 996 mempunyai nilai prosentase yang relatif lebih kecil dibandingkan dengan pencacah Model TF830 dan Oscilloscope Model SHS 1062. Namun demikian secara keseluruhan dan secara rerata hasil pengukuran mempunyai faktor kalibrasi 1,021. Dalam dokumen MRM pengujian sistem pemantau radiasi menggunakan sumber pembangkit pulsa prosentase terbesar yang diijinkan adalah  $\pm 20\%$ .<sup>11</sup> Prosentase yang diperoleh dari hasil pengujian tersebut masih di bawah 20 % dengan prosentase terbesar 7,81 % sehingga dapat dikatakan bahwa sumber pembangkit pulsa PB-5 masih cukup presisi dan dapat dipergunakan sebagai pengganti sumber pembangkit pulsa model TKP 310 yang telah rusak.

Secara legalisasi sebuah alat ukur atau peralatan tera seperti alat pencacahan frekuensi ini harus dikalibrasi oleh badan yang berkopetensi. Untuk di Indonesia dapat dilakukan di laboratorium Kalibrasi Instrumentasi dan Metralurgi di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (KIM-LIPI) atau oleh perusahaan swasta misalnya Sucofindo. Akan tetapi dengan dasar bahwa pengukuran keluaran sumber pembangkit pulsa PB-5 dilakukan menggunakan 3 buah peralatan yang berbeda dengan tujuan untuk memastikan hasil pengukuran (validasi). Dari Gambar 8 diperoleh pola garis hasil pengukuran keluaran sumber pembangkit pulsa PB-5 yang mendekati identik. Hal ini menunjukkan bahwa pengukuran yang telah dilakukan dan dapat diyakini kebenarannya, karena dari ke tiga alat pencacahan menunjukkan pola dengan karakteristik yang mendekati identik. Dapat dikatakan bahwa nilai frekuensi keluaran sumber pembangkit pulsa PB-5 sesuai dengan nilai frekuensi yang ditampilkan pada layar LCD. Pengukuran dengan prosentase perbedaan terkecil diperoleh pada pengukuran menggunakan timer counter model 996 buatan

Ortec, secara logika dikarenakan peralatan tersebut memang didesain khusus untuk keperluan pengukuran radiasi. Sumber pembangkit pulsa PB-5 merupakan peralatan elektronik yang di rancang khusus yang dapat menghasilkan pulsa mirip dengan pulsa yang dihasilkan oleh detektor yaitu berupa pulsa ekor. Untuk mendukung alasan tersebut memang harus dilakukan pengukuran menggunakan beberapa timer counter yang setipe.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran dan pengujian keluaran sumber pembangkit pulsa model Pb-5 maka dapat diambil kesimpulan:

Keluaran pulsa generator model PB-5 cukup presisi dengan faktor kalibrasi 1,021 dan sangat linier dengan linieritas 99,9 % dan dapat dipergunakan untuk menggantikan sumber pembangkit pulsa TKP 310 yang telah rusak prosentase perbedaan terbesar 7,81 % dan masih dalam rentang prosentase yang dipersyaratkan pada dokumen Maintenance and Repair manual (MRM) yang ada di RSG-GAS sebesar  $\pm 20\%$ .

## DAFTAR PUSTAKA

- 1). ANONIMOUS, MAINTANANCE AND REPAIR MANUAL Volume 3
- 2). ANONIMOUS, MANNESMANN Hartmann & Braun. Technical Information Test Pulse Generator TKP 310
- 3). ANONIMOUS, Instruction Manual Revisi 4 Precision Pulse Generator model PB-5 Berkeley Nucleonics corporation
- 4). WISNU HENDRO MARTONO, M.SC., Prinsip Dasar Perawatan Peralatan, Pelatihan Fungsional Pranata Nuklir Ahli, Pusdiklat Batan, Jakarta 2006