

## KAJIAN ALAT PENGUJI SISTEM PEMANTAU LAJU DOSIS GAMMA TKKP 31 DAN TKA 14 RSG-GAS

Nugraha L, Y. Sumarno, Tri Anggono, Suhadi

### ABSTRAK

KAJIAN ALAT PENGUJI SISTEM PEMANTAU LAJU DOSIS GAMMA TKKP 31 DAN TKA 14 RSG-GAS. Telah dilakukan kajian terhadap alat pengujian TKKP 31 dan TKA 14 terhadap hasil perawatan (uji fungsi) sistem laju dosis gamma. Alat uji sumber arus TKKP 31 berfungsi untuk mensimulasi (pengganti detektor) sistem pemantau laju dosis gamma dan alat uji sumber standar TKA 14 berfungsi untuk mengetahui unjuk kerja detektor terhadap pengukuran paparan radiasi. Fungsi dari alat pengujian ini sangat penting karena akan berpengaruh terhadap hasil pengujian dalam kegiatan perawatan rutin. Alat pengujian sumber arus TKKP 31 dan sumber standar TKA 14 telah dipergunakan untuk keperluan uji fungsi dalam kegiatan perawatan rutin selama 20 tahun lebih. Komponen elektronik sumber arus alat uji TKKP 31 telah mengalami penuaan dan nilai-nilai komponen elektroniknya telah mengalami perubahan dari nilai spesifiknya, sehingga keluaran sumber arus TKKP 31 tidak sesuai dengan nilai yang ditunjukkan oleh posisi switch skala pengatur. Sementara alat uji sumber standar TKA 14 aktivitas nuklidanya telah meluruh sesuai fungsi waktu. Metode yang dilakukan dengan melakukan pengukuran arus keluaran alat uji TKKP 31 menggunakan Picoammeter sebelum sumber arus dipergunakan. Nilai hasil pengukuran disesuaikan dengan nilai-nilai yang dispesifikasikan untuk input simulasi pengujian, kemudian dilakukan adjustment kepada sistem pemantau laju dosis gamma yang nilainya disesuaikan dengan set point dan dilakukan pengujian ulang sesuai ketentuan yang ada pada prosedur perawatan (MRM). Dengan melakukan pengujian ulang dan keluaran arus TKKP 31 disesuaikan dengan arus yang dispesifikasikan didapatkan peningkatan linieritas sistem sehingga hasil uji fungsi nilai-nilainya dapat mendekati dengan nilai-nilai dari set point yang dispesifikasikan pada MRM dapat dicapai.

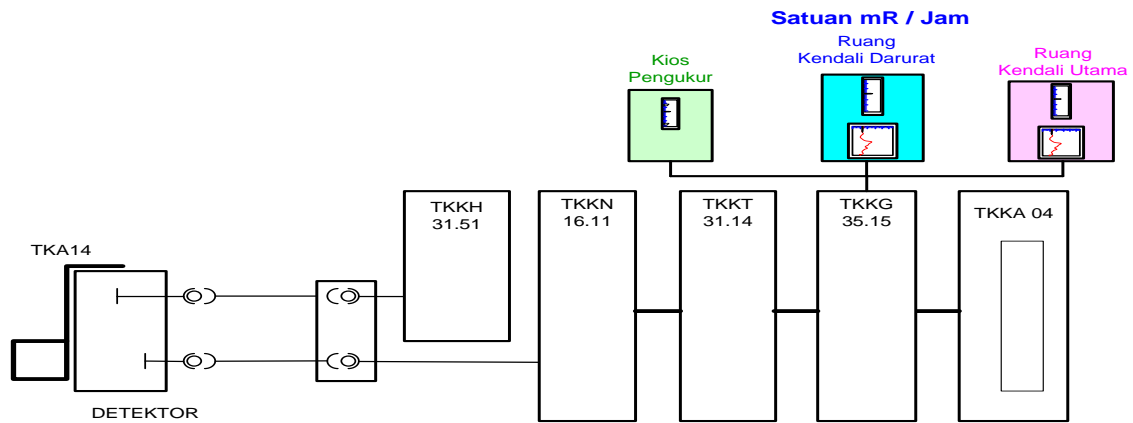
Kata kunci : Kajian Alat Pengujian Sistem UJA

### PENDAHULUAN

Sistem pemantau laju dosis gamma di Reaktor Serba Guna GA. Siwwabessy (RSG-GAS) yang diberi kode UJAx CRxx merupakan peralatan pengukur tingkat paparan radiasi gamma (dalam satuan mR/Jam) yang terpasang permanen dalam gedung reaktor. Di RSG-GAS terdapat tiga belas sistem pemantau laju dosis gamma yang dipasang diberbagai lokasi dan ditentukan letaknya pada ruangan yang dimungkinkan mempunyai paparan radiasi gamma cukup tinggi (tingkat paparan radiasi setempat)<sup>[1]</sup>. Satu sistem pemantau laju dosis gamma tersusun dari beberapa modul elektronik yaitu<sup>[2,3]</sup> :

- detektor kamar ionisasi (model KG 122 SBL dan KG 151 RBF),
- modul logaritmic DC amplifier sebagai penguat arus (TKKV 33.15),
- modul suplai tegangan tinggi detektor (TKKH 31.51),
- modul suplai tegangan rendah + 15 V dan - 15 V (TKKN 16.11),
- modul pengatur alarm (TKKG 35.15),
- modul pengubah tegangan menjadi arus (TKKT 31.14),
- indikator penunjuk analog dalam skala logaritmic (TKKA 04).<sup>1)2)</sup>

Secara garis besar sistem pemantau laju dosis gamma dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini:



Gambar.1 . Diagram segaris Sistem Pemantau Laju Dosis Gamma

Agar kinerja sistem pemantau laju dosis gamma dapat selalu teramati dan terkontrol unjuk kerjanya maka secara rutin setiap enam bulan sekali dan satu tahun sekali dilakukan perawatan dan pengujian. 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<sup>[4]</sup>. Jenis dan periode pelaksanaan perawatan sistem pemantau laju dosis gamma (UJA) yang ada dalam *MRM* dapat dilihat pada Tabel1 dibawah ini:

Tabel 1. Jenis dan periode perawatan

No.	JENIS PERAWATAN	PERIODE
a.	Uji fungsi dengan simulasi sumber pembangkit arus TKKP 31	Tahunan
b.	Pemeriksaan semua alarm di RKU, RKD, Komputer, On Site, Cabinet	Setiap 6 bulan
c.	Pemeriksaan satuan peringatan	Setiap 6 bulan
d.	Pemeriksaan nilai-nilai alarm pada modul TKKG	Setiap 6 bulan
e.	Pemeriksaan tegangan tinggi pada modul TKKH	Setiap 6 bulan
f.	Kalibrasi pada rangkaian ukur dengan menggunakan sumber radiasi standar Cs-137 TKA 17/TKA 14	Setiap 6 bulan
g.	Pengecekan visual secara lengkap berfungsinya keseluruhan kanal	Mingguan

Dengan bertambahnya waktu operasi dari alat penguji, maka usia dari alat penguji sumber arus TKKP 31 komponen elektroniknya telah mengalami penuaan dan mengalami perubahan nilai-nilai spesifiknya atau perubahan unjuk kerja komponen elektronik. Hal ini ditunjukkan dari hasil perawatan sistem laju dosis gamma UJA dalam dua tahun terakhir. Dari tiga buah alat penguji TKKP 31 yang ada dan dipergunakan untuk pengujian, hasil pengujian menunjukkan penyimpangan yang serupa. Sehingga alat penguji TKKP 31 perlu dikaji karena alat penguji tidak berfungsi sebagaimana mestinya, sehingga sangat berpengaruh pada hasil perawatan (pengujian) sistem.

Alat penguji sumber standar TKA 14 yang dipergunakan untuk pengujian sampai saat ini telah mengalami peluruhan sebagai fungsi waktu selama 20 tahun lebih. Dengan demikian tingkat paparan radiasi (*set point*) dari sumber standar TKA 14 pada saat ini tingkat paparan radiasinya sudah tidak sebesar 20 tahun yang lalu. Oleh karena itu tingkat

paparan radiasi saat ini (saat dipergunakan) harus dihitung terlebih dahulu untuk menentukan tingkat paparan yang sebenarnya, sebagai dasar hasil pengukuran. Dari hasil evaluasi sebelumnya disimpulkan bahwa telah didapatkan hasil perhitungan set point dan sistem pemantau laju dosis gamma harus dilakukan *setting (adjustment)* ulang pada modul TKKV 35.15. Dengan melakukan *adjustment* diharapkan penunjukkan hasil pengukuran yang benar dapat dicapai<sup>[7]</sup>.

Sebagai upaya untuk meningkatkan kinerja sistem dan tindak lanjut dari hasil evaluasi sebelumnya perlu dilakukan kajian terhadap alat penguji sumber arus TKKP 31 dan sumber standar TKA 14 dan dilakukan *adjustment* untuk meningkatkan akurasi pengukuran. Dari kajian yang dilakukan dapat pula diusulkan metode perawatan yang lebih baik (menguntungkan) untuk menjawab kekurangan yang ditemukan.

## DASAR TEORI

Secara umum prinsip dasar perawatan peralatan dibagi dalam dua kelompok yaitu Perawatan Awal (*Preventive Maintenance*) dan Perbaikan (*Corrective Maintenance*)<sup>[5]</sup>. Perawatan sistem pemantau laju dosis gamma RSG-GAS yang dilakukan berdasar prosedur perawatan (*MRM*) merupakan kelompok *preventive maintenance* yang pada hakekatnya merupakan uji fungsi unjuk kerja sistem. Sistem pemantau laju dosis gamma yang ada di RSG-GAS tidak dikalibrasi oleh instansi yang berwenang seperti layaknya alat ukur radiasi pada umumnya. Dalam pelaksanaan uji fungsi unjuk kerja sistem dilakukan dengan menggunakan 2 alat pengujian yaitu sumber arus TKKP 31 dan sumber standar TKA 14. Pengujian menggunakan sumber

arus TKKP 31 berfungsi untuk menguji unjuk kerja dan linieritas sistem yang tersusun atas modul-modul elektronik. Cara yang dilakukan yaitu dengan jalan memutuskan detektor dari sistem elektronik pendukung. Arus yang dihasilkan oleh detektor digantikan (disimulasi) dengan arus yang berasal dari sumber arus TKKP 31. Dalam prosedur perawatan MRM setelah sistem disimulasi menggunakan sumber arus TKKP 31 maka dilakukan pengukuran tegangan keluaran pada modul TKKV 33.15 dan pengukuran arus pada modul TKKN 16.11 menggunakan multimeter digital. Hasil pengukuran tegangan dan arus ini kemudian dibandingkan dengan data-data set point yang ada pada MRM yang dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini:

Tabel 2. Lembar Data Pengukuran Pengujian dengan TKKP 31

Input Current [A]	TKKV 33.15 Pos. Ua [V]		Isolate Amplifier Ia [A]			TKKA 04 [mR/h]	
	St point	Actual point	St point	Actual point	Actual point	St point	Actual point
$1.10^{-13}$	-0,20		0,40			$10^{-2}$	
$1.10^{-12}$	-1,31		2,61			$10^{-1}$	
$1.10^{-11}$	-2,75		5,51			1	
$1.10^{-10}$	-4,20		8,41			10	
$1.10^{-9}$	-5,65		11,30			$10^2$	
$1.10^{-8}$	-7,10		14,20			$10^3$	
$1.10^{-7}$	-8,55		17,10			$10^4$	
$1.10^{-6}$	-10,00		20,00			$10^5$	

Pengujian menggunakan sumber standar TKKA 14 dilakukan dengan cara menempelkan sumber radiasi standar pada detektor yang telah diketahui aktivitasnya dan laju paparan radiasinya. Pengujian dengan sumber standar ini dimaksudkan untuk mengetahui unjuk kerja detektor sistem, sehingga jika terjadi paparan radiasi di daerah kerja dalam gedung reaktor maka dapat diyakinkan bahwa detektor pada sistem UJA berfungsi dengan baik dan penunjukkan tingkat paparan radiasi adalah nilai yang sebenarnya. Sumber standar TKKA 14 yang

digunakan dapat dioperasikan dengan lima tingkatan paparan radiasi yang berbeda. Pada pengujian menggunakan sumber standar TKKA 14 dilakukan dengan cara menempelkan sumber radiasi standar pada detektor yang telah diketahui aktivitasnya dan laju paparan radiasinya berdasarkan perhitungan<sup>[7]</sup>, kemudian mencatat hasil penunjukkan tingkat paparan radiasi pada indikator penunjuk dan pada modul TKKV 33.15 dilakukan pengukuran tegangan keluaran menggunakan multimeter digital yang hasilnya dicatat sesuai pada Tabel 3 di bawah ini:

Tabel 3. Lembar Data Pengukuran Pengujian dengan TKA 14

Test Adapter Position	Log. Dc-Amplifier [V] Set point	TKKA 04 [mR/h] Actual point	Log. Dc-Amplifier [V] Set point	TKKA 04 [mR/h] Actual point
Zero Effect				
0	-2,43	0,6		
1	-2,92	1,35		
2	-3,88	6,0		
3	-5,10	42		
4	-5,74	120		

Kedua alat penguji tersebut merupakan peralatan utama (pokok) dalam kaitannya dengan kegiatan rutin perawatan (*preventive maintainance*), karena dengan cara melakukan pengujian dengan alat penguji ini maka tingkat kepercayaan terhadap hasil pengukuran radiasi dari sitem pemantau laju dosis gamma ini akan semakin tinggi. Hasil pengukuran tegangan dan arus ini kemudian dibandingkan dengan data-data set point yang ada pada prosedur MRM.

#### SUMBER ARUS TKKP 31

Sumber arus TKKP 31 merupakan sebuah peralatan yang dipergunakan untuk mensimulasikan detektor radiasi pada sistm laju dosis gamma (UJA)

RSG-GAS. Sumber arus TKKP 31 adalah sebuah perangkat elektronik yang berfungsi untuk membangkitkan arus dalam orde picoampere. Sumber arus ini dapat dioperasikan dengan rentang keluaran mulai orde  $10^{-13}$  Ampere sampai orde  $10^{-3}$  Ampere. yang terbagi menjadi 10 dekade. Setiap dekade pengukuran dapat diatur sampai ketelitian satu perseratus skala keluaran yang pengaturannya dilakukan melalui sebuah potensio pengatur (*ten potentio*) pengatur. Sumber arus TKKP 31 mempunyai tegangan kerja -15 Volt dan +15 Volt yang disuplai oleh tegangan listrik 220 Volt / 50 Hz yang menyatu dalam satu kesatuan peralatan uji TKKP 31 yang bentuk fisiknya dapat dilihat pada gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Sumber arus TKKP 31

#### SUMBER STANDAR TKA 14

Sumber standar TKA 14 adalah suatu sumber standar Cs-137 yang ditempatkan dalam sebuah kontainer yang di rancang khusus dengan bentuk

tertentu seperti terlihat pada gambar 3, yang digunakan untuk keperluan perawatan (uji fungsi) sistem pemantau laju dosis gamma (UJA) RSG-GAS. Pada kontainer TKA 14 terdapat *rotary switch* berskala 0, 1, 2, 3, 4, yang berfungsi untuk mengatur

tingkat paparan radiasi yang dipancarkan dari sumber Cs-137. Pada saat sumber Cs-137 dibuat pada tanggal 07 Nopember 1985 disertakan sertifikat sumber beserta data pengujiannya (*set point*)<sup>[5]</sup>.



Gambar 3. Sumber standar TKA 14

## TATA KERJA

1. Melakukan pengumpulan data-data perawatan
2. Dilakukan pengukuran arus keluaran dari tiga buah alat uji sumber arus TKKP 31 menggunakan Picoammeter
3. Dilakukan pengujian ulang menggunakan alat uji TKKP 31 dan dilakukan *adjustment* yang nilainya disesuaikan dengan ketentuan yang ada pada MRM, kemudian dilakukan pengukuran tegangan dan arus keluaran sesuai dengan lembar data perawatan tahunan yang ada pada MRM.
4. Dilakukan pengujian ulang menggunakan alat uji sumber standar TKA 14 yang baru, kemudian dilakukan pengukuran tegangan dan arus keluaran sesuai dengan lembar data perawatan enam bulanan yang ada pada MRM.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### DATA-DATA PENGUKURAN

Data-data hasil kajian dapat dilihat pada Tabel 2 sampai dengan Tabel 9 pada lampiran

### PEMBAHASAN

Dari data hasil perawatan dalam Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4 dan Tabel 5 pada lampiran dapat dilihat bahwa penyimpangan hasil perawatan terjadi pada set point  $1.10^{-13}$  A dan  $1.10^{-12}$  A sedangkan untuk set point yang lain ( $1.10^{-11}$  A sampai dengan  $1.10^{-6}$  A) tidak terjadi penyimpangan, hal ini menunjukkan bahwa alat uji TKKP 31 pada skala  $1.10^{-13}$  A dan  $1.10^{-12}$  A keluarannya mengalami gangguan atau

kerusakan. Perawatan uji fungsi menggunakan alat uji TKKP 31 yang dilakukan selama ini hanya mengacu pada skala penunjuk yang ada alat uji TKKP 31. Dari hasil tersebut kemudian dilakukan pengukuran keluaran TKKP 31 menggunakan Picoameter. Dari data-data yang didapatkan dalam Tabel 6, Tabel 7 dan Tabel 8 pada lampiran dapat dilihat bahwa arus keluaran dari alat uji sumber arus TKKP 31 nilainya tidak sesuai antara nilai yang ditunjukkan oleh posisi switch skala pengatur dengan arus keluaran yang terukur oleh picoammeter. Sebagai contoh posisi switch skala TKKP 31 berada pada posisi  $x10^{-13}$  A dan Ten potensio berada pada posisi angka 1, tetapi picoammeter menunjukkan  $2.10^{-11}$  A (atau  $3.10^{-12}$  A pada alat uji sumber arus TKKP 31 yang lain) yang seharusnya terukur oleh picoameter sebesar  $1.10^{-13}$  A. Ketidaksesuaian keluaran alat uji TKKP 31 hanya terjadi pada swich skala  $x 10^{-13}$  A dan  $x 10^{-12}$  A, sedangkan pada skala yang lain ( $x10^{-11}$  A sampai dengan  $x10^{-6}$  A) keluarannya sesuai dengan yang ditunjukkan oleh skala pengatur. Dari ketidaksesuaian yang ada maka apabila TKKP 31 dipergunakan untuk melakukan simulasi detektor pada saat dipergunakan dalam perawatan maka hasil yang didapatkan tidak sesuai dengan set point yang ada pada prosedur MRM dengan perbedaan yang cukup besar. Dari hasil pengukuran arus keluaran dari tiga buah alat uji TKKP 31 yang dimiliki PRSG menggunakan picoameter, ketiganya menunjukkan penyimpangan yang serupa. Ketidak linieran antara nilai yang ditunjukkan oleh posisi switch skala pengatur dengan arus keluaran yang terukur oleh picoammeter sudah dicoba dilakukan perbaikan, tetapi dengan kondisi komponen elektronik yang telah mengalami penuaan, nilai-nilai spesifik komponen elektronik telah mengalami pergeseran, perbaikan alat uji sumber arus TKKP 31 sampai saat ini pada keadaan yang telah maksimum. Sehingga jika sumber arus TKKP 31 akan dipergunakan untuk keperluan perawatan uji fungsi (*preventive maintenance*) maka keluaran sumber arus TKKP 31 harus dilakukan pengukuran arus keluaran menggunakan Picoammeter untuk meyakinkan bahwa keluarannya disesuaikan (disamakan) dengan besarnya arus (set point) yang ada pada MRM. Dengan cara melakukan pengukuran arus keluaran TKKP 31 menggunakan Picoammeter ini simulasi atau uji fungsi yang dilakukan menjadi lebih baik dan lebih pasti karena arus yang dipergunakan untuk mensimulasi detektor dapat sama dengan besarnya arus yang telah ditentukan dalam MRM.

Dari evaluasi sebelumnya telah disimpulkan bahwa sistem laju dosis gamma harus dilakukan uji fungsi ulang dan dilakukan *adjustment*<sup>[7]</sup>. Dan berdasarkan uraian diatas maka untuk keperluan perawatan satu tahunan sistem laju dosis gamma

dilakukan pengujian dan pengaturan (*adjustment*) kembali terhadap dua sistem laju dosis gamma yaitu UJA 02 CR 001 dan UJA 02 CR002 dengan mengacu kembali pada set point yang ada pada MRM. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dengan mensimulasikan sumber arus TKKP 31 dengan arus keluaran disesuaikan dengan set point pada MRM dengan cara melakukan pengukuran dengan picoameter dan *adjustment* berulang-ulang pada modul TKKV 33.15, didapatkan hasil pengukuran mendekati data-data yang ada pada set point dengan prosentase perbedaan rata-rata 8 %. Sehingga secara rangkaian pengukuran, sistem mempunyai linieritas yang memadai karena toleransi perbedaan masih diijinkan yaitu prosentase perbedaan maksimum 20 %. Dengan demikian sistem secara kalibrasi elektronik telah dapat dinyatakan mempunyai kestabilan dan linieritas yang baik sehingga sistem dapat dipergunakan sebagai sistem pengukur radiasi (pemantau laju dosis gamma). Dalam melakukan *adjustment* kesulitan yang dialami karena saat melakukan *adjustment* sistem harus dimatikan dan modul TKKV 33.15 harus dilepas untuk dilakukan *adjustment* dan dipasang kembali kemudian sistem dihidupkan dan dilakukan uji fungsi ulang. Sehingga perlakuan *adjustment* dengan kira-kira dan merabara-raba sampai didapatkan hasil yang sesuai dengan set point.

Setelah sistem secara kalibrasi elektronik telah berfungsi dengan baik maka sistem laju dosis gamma dapat dilakukan uji fungsi menggunakan sumber standar TKA 14. Pada tahun 2006 PRSG telah mengadakan pembelian sumber baru dengan spesifikasi yang sama untuk pengganti sumber standar TKA 14 yang telah meluruh selama 20 tahun sebagai fungsi waktu. Dari hasil pengujian menggunakan sumber standar diperoleh hasil pengukuran ditunjukkan dalam Tabel 9 dalam lampiran yang nilainya semakin mendekati nilai set point pada MRM, hal ini menunjukkan terdapat perubahan peningkatan linieritas ke arah yang lebih baik dari linieritas sebelumnya terhadap sistem pengukuran.

## KESIMPULAN

Dari hasil kajian terhadap alat penguji sistem pemantau laju dosis gamma yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan:

- 1). Terdapat kerusakan (gangguan) keluaran arus alat penguji TKKP 31 pada skala  $\times 10^{-13}$  A dan  $\times 10^{-12}$  A, Alat uji TKKP 31 dapat dipergunakan

dengan syarat keluaran arus dari alat uji TKKP 31 harus diukur terlebih dahulu menggunakan Picoammeter sebelum dipergunakan untuk pengujian (simulasi).

- 2). Dengan pengujian ulang dan melakukan *adjustment* kembali dengan nilai-nilai disamakan dengan set point, maka sistem pemantau laju dosis gamma dapat ditingkatkan linieritasnya.
- 3). Untuk meningkatkan akurasi pengukuran dan pengujian unjuk kerja detektor sistem pemantau laju dosis gamma menggunakan alat uji sumber standar TKA 14 dalam kontinuitas pelaksanaan preventive maintenance yang telah diprogramkan, PRSG telah memperbaharui aktivitas sumber standar TKA 14 sesuai dengan spesifikasi sumber standar yang telah ada.

## SARAN

1. Diperlukan alat uji TKKP yang baru agar kesinambungan program perawatan sistem pemantau laju dosis gamma dapat lebih memadai dan linieritas unjuk kerja sistem dapat ditingkatkan
2. Seyogyanya agar dilakukan modifikasi dan pengembangan agar *adjustment* dapat dilakukan pada saat sistem pada keadaan hidup, sehingga proses *adjustment* dapat lebih terkontrol dan didapatkan hasil yang maksimal

## DAFTAR PUSTAKA

- 1). ANONIMOUS, INTERATOM GMBH, Component Specification Radiation Protection System
- 2). ANONIMOUS, RADIATION PROTECTION AND ACTIVITY MEASUREMENT Volume 3
- 3). WISNU HENDRO MARTONO, M.SC., Prinsip Dasar Perawatan Peralatan, Pelatihan Fungsional Pranata Nuklir Ahli, Pusdiklat Batan, Jakarta 2006
- 4). ANONIMOUS, MAINTANANCE AND REPAIR MANUAL Volume 3
- 5). ANONIMOUS, MANNESMANN Hartmann & Braun. Technical Information Test Adapter TKA 14/17
- 6). ANIMOUS, Dokumen hasil perawatan sistem proteksi radiasi RSG-GAS
- 7). NUGRAHA LUHUR dkk, Evaluasi Perawatan Sistem Pemantau Laju Dosis Gamma RSG-GAS Menggunakan Sumber Standar TKA 14/TKA17

Tabel 2. Data Pengukuran Perawatan  
Sistem Pemantau Laju Dosis gamma UJA02 CR001

**Tahun : 2006**

Input Current [A]	TKKV 33.15 Pos. Ua [V]		Isolate Amplifier Ia [A]			TKKA 04 [mR/h]	
	St point	Actual point	St point	Actual point	Actual point	St point	Actual point
$1.10^{-13}$	-0,20	-2,02	0,40	4,04	4,03	$10^{-2}$	$3.10^{-1}$
$1.10^{-12}$	-1,31	-4,13	2,61	8,25	8,22	$10^{-1}$	$1.10^1$
$1.10^{-11}$	-2,75	-3,05	5,51	6,11	6,10	1	$2.10^0$
$1.10^{-10}$	-4,20	-4,47	8,41	8,93	8,90	10	$2.10^1$
$1.10^{-9}$	-5,65	-5,84	11,30	11,68	11,64	$10^2$	$1,5.10^2$
$1.10^{-8}$	-7,10	-7,27	14,20	14,52	14,45	$10^3$	$1,5.10^3$
$1.10^{-7}$	-8,55	-8,70	17,10	17,37	17,28	$10^4$	$1,5.10^4$
$1.10^{-6}$	-10,00	-10,12	20,00	20,20	20,07	$10^5$	$1.10^5$

Tabel 3. Data Pengukuran Perawatan  
Sistem Pemantau Laju Dosis gamma UJA02 CR001

**Tahun : 2007**

Input Current [A]	TKKV 33.15 Pos. Ua [V]		Isolate Amplifier Ia [A]			TKKA 04 [mR/h]	
	St point	Actual point	St point	Actual point	Actual point	St point	Actual point
$1.10^{-13}$	-0,20		0,40			$10^{-2}$	
$1.10^{-12}$	-1,31		2,61			$10^{-1}$	
$1.10^{-11}$	-2,75	-2,93	5,51	5,77	5,76	1	$1.10^0$
$1.10^{-10}$	-4,20	-4,36	8,41	8,52	8,53	10	$2.10^1$
$1.10^{-9}$	-5,65	-5,74	11,30	11,38	11,36	$10^2$	$2.10^2$
$1.10^{-8}$	-7,10	-7,28	14,20	14,26	14,27	$10^3$	$2.10^3$
$1.10^{-7}$	-8,55	-8,61	17,10	16,86	17,83	$10^4$	$1.10^4$
$1.10^{-6}$	-10,00	-9,91	20,00	19,79	19,81	$10^5$	$1.10^5$

Tabel 4. Data Pengukuran Perawatan  
Sistem Pemantau Laju Dosis gamma UJA02 CR001

**Tahun : 2008**

Input Current [A]	TKKV 33.15 Pos. Ua [V]		Isolate Amplifier Ia [A]			TKKA 04 [mR/h]	
	St point	Actual point	St point	Actual point	Actual point	St point	Actual point
$1.10^{-13}$	-0,20	-2,83	0,40	5,62	5,75	$10^{-2}$	$1.10^0$
$1.10^{-12}$	-1,31	-4,204	2,61	8,34	8,52	$10^{-1}$	$1.10^1$
$1.10^{-11}$	-2,75	-2,917	5,51	5,79	5,94	1	$1.10^0$
$1.10^{-10}$	-4,20	-4,357	8,41	8,66	8,80	10	$2.10^1$
$1.10^{-9}$	-5,65	-5,701	11,30	11,33	11,48	$10^2$	$2.10^2$
$1.10^{-8}$	-7,10	-7,14	14,20	14,19	14,33	$10^3$	$2.10^3$
$1.10^{-7}$	-8,55	-8,53	17,10	16,96	17,09	$10^4$	$1.10^4$
$1.10^{-6}$	-10,00	-9,98	20,00	19,83	19,97	$10^5$	$1.10^5$

Tabel 5. Data Pengukuran Perawatan Sistem Pemantau Laju Dosis gamma UJA02 CR002

Tahun : 2007

Input Current [A]	TKKV 33.15 Pos. Ua [V]		Isolate Amplifier Ia [A]			TKKA 04 [mR/h]	
	St point	Actual point	St point	Actual point	Actual point	St point	Actual point
$1.10^{-13}$	-0,20	-2,07	0,40	4,26	4,21	$10^{-2}$	$6.10^{-1}$
$1.10^{-12}$	-1,31	-5,03	2,61	10,14	10,11	$10^{-1}$	$6.10^{-1}$
$1.10^{-11}$	-2,75	-3,36	5,51	6,17	6,15	1	$4.10^0$
$1.10^{-10}$	-4,20	-5,31	8,41	10,66	10,65	10	$1.10^1$
$1.10^{-9}$	-5,65	-6,91	11,30	13,43	13,44	$10^2$	$1.10^2$
$1.10^{-8}$	-7,10	-8,47	14,20	16,98	16,97	$10^3$	$2.10^3$
$1.10^{-7}$	-8,55	-8,85	17,10	17,46	17,49	$10^4$	$2.10^4$
$1.10^{-6}$	-10,00	-10,12	20,00	20,22	20,19	$10^5$	$1.10^5$

Tabel 6 . Data Pengukuran Keluaran Sumber Arus TKKP 31 A

Posisi Ten Potensio	Posisi Switch Skala Pengatur							
	$\times 10^{-13}$	$\times 10^{-12}$	$\times 10^{-11}$	$\times 10^{-10}$	$\times 10^{-9}$	$\times 10^{-8}$	$\times 10^{-7}$	$\times 10^{-6}$
0	9.00E-13	9.00E-13	9.00E-13	8.00E-13	3.00E-12	2.00E-11	5.00E-10	
1	2.00E-11	2.00E-10	1.00E-11	3.00E-10	1.00E-9	1.00E-8	1.00E-7	
2	9.00E-12	2.00E-10	3.00E-11	4.00E-10	2.00E-9	2.00E-8		
3	1.00E-11	2.00E-10	4.00E-11	5.00E-10	4.00E-9	4.00E-8		
4	2.00E-11	3.00E-10	6.00E-11	8.00E-10	5.00E-9	5.00E-8		
5	9.00E-12	2.00E-10	7.00E-11	9.00E-10	6.00E-9	6.00E-8		
6	1.00E-11	2.00E-10	8.00E-11	9.00E-10	7.00E-9	7.00E-8		
7	5.00E-12	8.00E-11	9.00E-11	9.00E-10	8.00E-9	8.00E-8		
8	6.00E-12	8.00E-11	1.00E-10	1.00E-9	1.00E-8	1.00E-7		
9	6.00E-12	8.00E-11	1.00E-10	1.00E-9	1.00E-8	1.00E-7		
10	7.00E-12	8.00E-11	1.00E-10	1.00E-9	1.00E-8	1.00E-7		



Lampiran 3

Tabel 7 . Data Pengukuran Keluaran Sumber Arus TKKP 31 B

Posisi Ten Potensio	Posisi Switch Skala Pengatur							
	$\times 10^{-13}$	$\times 10^{-12}$	$\times 10^{-11}$	$\times 10^{-10}$	$\times 10^{-9}$	$\times 10^{-8}$	$\times 10^{-7}$	$\times 10^{-6}$
0	4.00E-12	3.00E-13	2.00E-13	3.00E-13	9.00E-13	6.00E-13	4.00E-10	
1	3.00E-12	1.50E-11	1.00E-11	1.00E-10	1.00E-9	1.00E-8	1.00E-7	
2	1.00E-12	3.00E-11	2.00E-11	2.00E-10	2.00E-9	2.50E-8		
3	1.00E-13	5.00E-11	3.50E-11	3.50E-10	3.50E-9	3.50E-8		
4	1.50E-12	7.00E-11	5.00E-11	5.00E-10	5.00E-9	5.00E-8		
5	4.00E-12	1.00E-10	6.00E-11	6.00E-10	6.00E-9	6.00E-8		
6	5.00E-12	1.50E-10	7.00E-11	7.00E-10	7.00E-9	7.00E-8		
7	9.00E-12	1.50E-10	8.00E-11	8.00E-10	8.00E-9	8.00E-8		
8	9.00E-12	1.50E-10	9.00E-11	9.00E-10	9.00E-9	9.00E-8		
9	2.00E-11	3.00E-10	1.00E-10	1.00E-9	1.00E-8	1.00E-7		
10	2.00E-11	2.00E-10	1.00E-10	1.00E-9	1.00E-8	1.00E-7		

Tabel 8 . Data Pengukuran Keluaran Sumber Arus TKKP 31 C

Posisi Ten Potensio	Posisi Switch Skala Pengatur							
	$\times 10^{-13}$	$\times 10^{-12}$	$\times 10^{-11}$	$\times 10^{-10}$	$\times 10^{-9}$	$\times 10^{-8}$	$\times 10^{-7}$	$\times 10^{-6}$
0	4.00E-12	3.00E-13	2.00E-13	3.00E-13	9.00E-13	6.00E-13	4.00E-10	
1	2.00E-11	2.00E-10	1.00E-11	3.00E-10	1.00E-9	1.00E-8	1.00E-7	
2	1.00E-12	3.00E-11	2.00E-11	2.00E-10	2.00E-9	2.50E-8		
3	1.00E-11	2.00E-10	4.00E-11	5.00E-10	4.00E-9	4.00E-8		
4	1.50E-12	7.00E-11	5.00E-11	5.00E-10	5.00E-9	5.00E-8		
5	9.00E-12	2.00E-10	7.00E-11	9.00E-10	6.00E-9	6.00E-8		
6	5.00E-12	1.50E-10	7.00E-11	7.00E-10	7.00E-9	7.00E-8		
7	5.00E-12	8.00E-11	9.00E-11	9.00E-10	8.00E-9	8.00E-8		
8	9.00E-12	1.50E-10	9.00E-11	9.00E-10	9.00E-9	9.00E-8		
9	6.00E-12	8.00E-11	1.00E-10	1.00E-9	1.00E-8	1.00E-7		
10	2.00E-11	2.00E-10	1.00E-10	1.00E-9	1.00E-8	1.00E-7		

Tabel 9. Lembar Data Pengukuran Pengujian dengan TKA 14

Test Adapter Position	Log. Dc- Amplifier [V] Set point	Log. Dc- Amplifier [V] Actual point	TKKA 04 [mR/h] Set point	TKKA 04 [mR/h] Actual point
0	-2,43	-2,83	0,6	1
1	-2,92	-3,10	1,35	1,8
2	-3,88	-4,03	6,0	8
3	-5,10	-5,17	42	50
4	-5,74	-5,69	120	120