



PENGARUH GARPU PENYERAP UJI TERHADAP REAKTIVITAS TERAS DAN KALIBRASI DAYA RSG-GAS

Slamet Wiranto

Pusat Reaktor Serba Guna – BATAN, PUSPIPTEK Serpong, Tangerang Selatan, 15310

E-mail: prsg@batan.go.id

ABSTRAK

PENGARUH GARPU PENYERAP UJI TERHADAP REAKTIVITAS TERAS DAN KALIBRASI DAYA RSG-GAS. Garpu penyerap batang kendali RSG- GAS telah habis masa pakainya dan perlu dilakukan penggantian. Sebelum garpu penyerap baru digunakan pada posisi operasinya, dilakukan uji iradiasi dengan menempatkannya pada tepi teras reaktor posisi H-10 pada operasi rutin 15 MW. Penempatan garpu penyerap ini mempengaruhi reaktivitas teras dan nilai konversi kalibrasi daya reaktor. Seberapa besar pengaruhnya perlu dilakukan kajian dengan cara melakukan pengukuran beberapa parameter pada saat garpu penyerap uji ada di dalam teras dan di luar teras, kemudian dilakukan analisis untuk menentukan apakah penempatan garpu penyerap uji tersebut cukup aman bagi reaktor dan tidak mengganggu pencapaian target operasi. Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa penempatan garpu penyerap uji memberikan efek lebih aman bagi keselamatan teras reaktor namun akan mengurangi energi yang dapat dibangkitkan reaktor. Konversi kalibrasi daya reaktor berubah menjadi lebih kecil dengan perbedaan cukup besar dibanding nilai konversi daya tanpa garpu penyerap uji.

Kata kunci : Penyerap, kalibrasi, reaktivitas, reaktor.

ABSTRACT

INTFLUENCE OF FORK-ABSORBER TEST ON CORE REACTIVITY AND POWER CALIBRATION RSG-GAS. Fork-absorber of control rod RSG-GAS has been out of useful life and needed replacement. Before the new fork absorber is used in the operation position, it need a irradiation test by placing it on the edge of the reactor core H-10 positions on a routine operation of 15 MW. Placement of this fork-absorber gives effect to the core reactivity and the power calibration. How big is the impact studies need to be done by measuring several parameters during the test fork-absorber is on the core and outside the core, then conducted by analysis to determine whether the placement test fork-absorber is safe enough for the reactor and not interfere with the achievement of operating targets. From the analysis concludes that the placement test fork-absorber effect is safer for the safety of the reactor core, but will reduce the energy that can be generated reactor. Calibration conversion reactor power change becomes smaller with significant different compared to the value of power conversion without fork-absorber test.

Keywords: Absorber, calibration, reactivity, reactor.

PENDAHULUAN

Sesuai ketentuan yang berlaku dalam Laporan Analisis keselamatan,^[1] Reaktor Serba Guna GA. Siwabessy (RSG-GAS) telah melakukan

penggantian garpu penyerap batang kendali. Penggantian ini dilakukan karena masa pakai garpu penyerap yang lama telah melampaui batas kondisi operasi yang diizinkan.



Sebelum dilakukan pengantian garpu penyerap terlebih dahulu dilakukan pengujian mulai dari uji dingin, uji iradiasi, dan uji neutronik. Uji dingin dilakukan setelah selesai penginstalan dengan unit batang kendali bagian bawah (LST) dan elemen kontrol, berupa uji kelayakan jatuh dari ketinggian tertentu. Uji iradiasi dilakukan dengan cara mengiradiasi unit batang kendali khususnya garpu penyerap dengan menempatkannya pada teras reaktor sebelah luar pada posisi H-10 dan mengoperasikan reaktor pada daya tinggi dalam waktu tertentu. Selama operasi reaktor setiap 8 jam sekali garpu penyerap tersebut digerakkan naik/turun untuk mengetahui apakah akibat terkena radiasi garpu penyerap mengalami perubahan struktur misalnya menggembung/membengkok atau tidak. Apabila hingga selesai pengujian garpu penyerap dapat digerakkan dengan lancar, waktu jatuh batang kendali tidak jauh berbeda dibanding waktu jatuh sebelum iradiasi, dan diperiksa secara visual tidak mengalami perubahan, maka dapat disimpulkan bahwa garpu penyerap tersebut telah lulus uji iradiasi. Yang terakhir adalah pengujian neutronik yaitu dengan menempatkan garpu penyerap uji pada posisi operasinya dan mengoperasikan reaktor mulai dari masa kalibrasi batang kendali (daya rendah) hingga daya 30 MW. Garpu penyerap uji dinyatakan lulus uji neutronik jika selama masa uji tersebut tidak ditemukan kelainan yang berarti baik pada nilai reaktivitas batang kendali maupun pada bentuk fisis garpu penyerap.

Dalam makalah ini khusus dibahas pengaruh uji iradiasi dengan menempatkan garpu penyerap uji pada posisi teras H-10 terhadap neraca reaktivitas teras dan nilai konversi kalibrasi daya reaktor.

Neraca reaktivitas teras bergantung pada kondisi lingkungan teras terutama dari jumlah dan posisi elemen bakar, elemen penyerap dan elemen lain yang ditempatkan di dalam teras reaktor. Dengan menambahkan garpu penyerap uji ke teras reaktor tentu akan mempengaruhi kesetimbangan neraca reaktivitas, dan akan berpengaruh terhadap keselamatan reaktor atau terhadap pencapaian target operasi reaktor. Seberapa besar pengaruhnya penempatan garpu penyerap uji ini akan di bahas dalam makalah ini.

Nilai konversi kalibrasi daya reaktor digunakan sebagai patokan penentuan daya reaktor, dengan menera panas yang ditimbulkan di dalam teras reaktor secara kalorimetri terhadap alat ukur daya reaktor khususnya detektor daya JKT 04. Nilai konversi kalibrasi daya reaktor dipengaruhi oleh distribusi fluks neutron pada teras reaktor khususnya arah aksial yang terbaca oleh detektor neutron JKT 04 yang terpasang tetap,

vertikal sejajar di barat daya teras reaktor. Jika pada teras setimbang reaktor dimasukkan absorber uji pada posisi H-10, maka distribusi fluks reaktor akan berubah dan tentu akan mempengaruhi pembacaan detektor neutron JKT 04 yang terpasang tetap. Apabila seting konversi daya reaktor tidak di ubah, maka didalam teras reaktor akan terbangkit panas yang tidak sesuai dengan daya awal yang telah ditentukan sebelumnya. Seberapa besar perbedaan daya yang ditimbulkan akibat pemasangan garpu penyerap uji tersebut, akan dibahas dalam makalah ini.

TEORI

Batang kendali RSG-GAS

Salah satu faktor utama berlangsungnya suatu operasi reaktor dengan selamat adalah batang kendali. Reaktor Serba Guna GA. Siwabesy (RSG-GAS) mempunyai 8 buah batang kendali yang terpasang simetris di teras reaktor diantara 40 buah elemen bakar. Batang kendali reaktor terdiri dari unit penggerak, pipa transmisi/penyangga, elemen kontrol dan garpu penyerap. Keempat komponen tersebut dirangkai sedemikian sehingga garpu penyerap dapat digerakkan naik turun di teras reaktor pada lubang yang ada pada elemen kontrol melalui pipa transmisi dari ruang kendali utama. Dengan mengatur naik-turun posisi garpu penyerap, reaktor bisa dioperasikan, dipadamkan dan diatur besar dayanya sesuai yang kita kehendaki. Disamping sebagai pengendali batang penyerap berfungsi pula sebagai batang pengaman yaitu dengan menempatkan garpu penyerap pada posisi terbawah untuk menyerap neutron yang bisa dilakukan secara perlahan maupun secara cepat (SCRAM) baik secara manual maupun otomatis.

Bahan penyerap (Absorber)^[1] terbuat dari bahan yang mempunyai tampang lintang serapan neutron yang sangat besar dan tahan terhadap kerusakan-kerusakan yang disebabkan oleh benturan mekanik, panas maupun radiasi. Batang penyerap RSG-GAS terdiri dari 2 lempeng berbentuk garpu dengan ukuran lebar 6,5 mm, tebal 5,08 mm, dan tinggi aktif 625 mm. Masing-masing lempeng dibungkus dengan kelongsong yang terbuat dari bahan SS 321. Bahan penyerap terbuat dari Ag In Cd (18%, 15% dan 5%), dengan tebal 3,38 mm. Kecepatan gerakan naik-turun garpu penyerap adalah 0,564 mm/detik.

Meskipun bahan, sistem, maupun perlakuan pengerjaan & perawatan telah dilakukan dengan persyaratan yang ketat, di dalam spesifikasi teknik SAR RSG-GAS^[1] masih diberlakukan ketentuan sebagai berikut:

1. Waktu jatuh masing-masing batang kendali/garpu penyerap dari ketinggian



- 80%, tidak boleh melebihi 470 milidetik dan rata-rata untuk keseluruhan batang kendali tidak boleh melebihi 400 milidetik.
2. Harga margin keselamatan batang kendali yaitu harga reaktivitas padam reaktor dikurangi harga reaktivitas batang kendali terbesar harus lebih besar dari 0,5 %.
 3. Setelah umur garpu penyerap mencapai 30.000 MWD, atau garpu penyerap mengalami kerusakan, maka garpu penyerap tersebut harus diganti.

Neraca Reaktivitas Teras

Kemampuan reaktor untuk beroperasi dengan aman sesuai yang direncanakan dapat dilihat dari neraca reaktivitas teras yang diperoleh dari hasil kalibrasi batang kendali.

Reaktivitas adalah besaran dari suatu reaktor yang membuat reaktor mempunyai kemampuan dapat dikritisikan dan berdaya apabila persamaan (1)^{2]} berikut dipenuhi;

$$\text{Reaktivitas}^1: \rho = \frac{\Delta k_{eff}}{k_{eff}} = \frac{k_{eff} - 1}{k_{eff}} \quad (1)$$

di mana: ρ = Reaktivitas

k_{eff} = nstanta multiplikasi efektif/faktor perlipatan efektif (perbandingan jumlah neutron pada suatu generasi dengan jumlah neutron pada generasi sebelumnya)

Nilai k_{eff} sangat bergantung dengan kondisi reaktor termasuk jumlah dan jenis elemen yang dimasukkan dalam teras reaktor. Elemen-elemen tersebut diantaranya meliputi elemen penyerap/elemen kendali yang memberikan pengaruh reaktivitas negatif, elemen bakar dan elemen reflektor yang memberikan pengaruh reaktivitas positif dan juga termasuk pengaruh target dan target yang diiradiasi yang dapat memberikan pengaruh reaktivitas negatif atau positif. Semakin banyak elemen-elemen tersebut dimasukkan kedalam teras reaktor maka semakin besar pula pengaruhnya terhadap reaktivitas teras. Namun pada suatu reaktor nuklir tidak diizinkan memuat reaktor dengan elemen-elemen yang memberikan reaktivitas positif (terutama elemen bakar) dalam jumlah yang besar tanpa memperhatikan kemampuan batang kendali menyerap neutron hingga melewati batas keselamatan teras. Maka dari setelah selesai pembentukan teras baru dilakukan pengukuran dengan mengkalibrasi batang kendali untuk mendapatkan neraca reaktivitas. Neraca reaktivitas ini akan memberikan informasi apakah reaktor

dapat dioperasikan dengan aman pada daya dan energi sesuai yang direncanakan.

Dari kalibrasi batang kendali yang dilakukan diperoleh neraca reaktivitas yang terdiri dari reaktivitas total, reaktivitas lebih, reaktivitas padam dan reaktivitas stuck rod. Reaktivitas total diperoleh dengan menjumlahkan semua batang kendali yang telah terkalibrasi sehingga seolah-olah menjadi 1 unit batang kendali dengan kapasitas besar. Reaktivitas lebih dan reaktivitas padam diperoleh dari posisi batang kendali saat reaktor kritis daya rendah bebas sumber neutron, sedang reaktivitas stuck rod diperoleh dari pengurangan reaktivitas padam teras dengan reaktivitas batang kendali yang mempunyai nilai terbesar.

Agar RSG-GAS mampu dioperasikan dengan aman pada daya dan energi tertentu maka reaktor harus mempunyai reaktivitas lebih yang cukup (Tabel 1) dan mempunyai margin keselamatan *stuck rod* minimal 0,5 %.^{1]}

Tabel 1. Neraca penggunaan reaktivitas lebih

| Penggunaan reaktivitas lebih | 30 MW, 750 MWD*) | 15 MW, 660 MWD**) |
|-------------------------------|------------------|-------------------|
| Suhu (%) | 0,3 | 0,3 |
| Racun Xenon dll. (%) | 3,5 | 2,6 |
| Burn-up (%) | 3 | 2,4 |
| Ekperimen/Target iradiasi (%) | 2 | 2 |
| Beam Tube (%) | 0,4 | 0,3 |
| Reaktivitas lebih minimum (%) | 9,2 | 7,6 |

Catatan : *) LAK RSG-GAS

***) Hasil percobaan, perhitungan dan ekstrapolasi.

Ketika garpu penyerap AgInCd uji di tempatkan pada posisi teras H-10 yang terletak pada tepi teras reaktor, maka akan terjadi perubahan neraca reaktivitas teras reaktor, yang akan mempengaruhi margin keselamatan dan pencapaian target operasi. Bagaimana dan seberapa besar pengaruh garpu penyerap uji ini terhadap dua parameter tersebut akan dibahas dalam subbab pembahasan.

Kalibrasi daya Reaktor

Untuk menjamin kebenaran penunjukan kanal pengukuran termasuk sistem kanal pengukuran daya reaktor, harus selalu dilakukan kalibrasi secara periodik, yaitu membandingkan/mengeset alat ukur yang di kalibrasi terhadap harga standart yang telah diketahui, terutama setelah terjadi perubahan konfigurasi teras reaktor.



Ada beberapa cara untuk melakukan kalibrasi daya reaktor antara lain secara nuklir dan secara termo (kalorimetri).

Kalibrasi daya secara nuklir biasanya hanya dilakukan untuk reaktor-reaktor dengan daya rendah, karena kalibrasi ini dilakukan dengan cara mengukur fluks neutron secara langsung pada masing-masing elemen bakar, sedangkan pengukuran fluks neutron hanya bisa dilakukan pada operasi daya rendah.

Kalibrasi secara termo (kalorimetri) ada dua cara yaitu secara non stasioner dan stasioner. Kalibrasi daya secara non stasioner dilakukan dengan mengukur kenaikan suhu air kolam tanpa mengoperasikan sistem pendingin. Kalibrasi daya ini juga hanya digunakan untuk reaktor dengan daya rendah, karena tidak memungkinkan operasi daya tinggi tanpa mengoperasikan sistem pendingin. Sedangkan kalibrasi daya secara stasioner cocok digunakan untuk reaktor dengan daya tinggi, yaitu dengan mengoperasikan sistem pendingin dan mengukur suhu air keluaran dan masukan teras reaktor, kemudian dikonversikan sebagai daya standar. Kalibrasi daya secara kalorimetri stasioner ini yang digunakan untuk mengkalibrasi daya reaktor RSG-GAS.^[3]

Dalam mengoperasikan reaktor, operator RSG-GAS menentukan besar daya reaktor berpedoman pada kanal pengukuran daya JKT04. Nilai daya reaktor hasil kalibrasi secara kalorimetri dikonversikan ke arus detektor JKT04 yang juga merupakan pengukur fluks neutron yang dibangkitkan pada teras reaktor mulai daya rendah hingga daya tinggi.

Apabila terjadi perubahan konfigurasi teras reaktor, maka akan terjadi pula perubahan distribusi fluks neutron di teras. Karena detektor neutron tersebut mempunyai dimensi lebih pendek dan dipasang secara tetap, vertikal sejajar teras reaktor, maka perubahan distribusi fluks neutron tersebut sebenarnya akan mempengaruhi pembacaan pengukur fluks neutron. Tetapi karena pada pengoperasian reaktor secara otomatis seting daya telah ditentukan terlebih dahulu berdasarkan hasil kalibrasi daya sebelumnya, maka besar daya reaktor akan terlihat tetap, tetapi sebenarnya distribusi fluks neutron berubah menyesuaikan dengan seting daya tersebut. Hal ini mengakibatkan ketidakpastian dari jumlah panas yang dibangkitkan diteras reaktor. Maka setiap terjadi perubahan konfigurasi teras harus selalu segera dilakukan kalibrasi daya, dan segera mengubah setpoint daya otomatis dengan hasil kalibrasi daya terbaru. Hal ini untuk memperoleh kepastian dalam penunjukan daya yang dibangkitkan di dalam teras reaktor, yang berguna

untuk menjamin agar batas-batas keselamatan teras reaktor tidak terlampaui.

Ketika garpu penyerap uji baru AgInCd di tempatkan pada posisi teras H-10 yang terletak tepat berseberangan dengan posisi detektor JKT 04, tentu akan memberikan pengaruh terhadap distribusi fluks neutron terutama pada arah aksial. Bagaimana dan seberapa besar pengaruhnya terhadap konversi daya reaktor, akan dibahas dalam subbab pembahasan.

TATA KERJA

Kegiatan ini dimulai dari studi literatur tentang deskripsi batang kendali RSG-GAS, neraca reaktivitas teras dan tata cara kalibrasi daya yang telah dilaksanakan RSG-GAS dan tata letak detektor neutron khususnya detektor neutron JKT04 yang mampu mendeteksi daya reaktor mulai daya rendah hingga daya maksimum (30 MW). Kemudian dilakukan pengukuran reaktivitas batang kendali dan penghitungan reaktivitas teras reaktor serta kalibrasi daya reaktor untuk dua kondisi yaitu ketika teras reaktor ada/tidak ada garpu penyerap uji AgInCd. Setelah diperoleh data hasil pengukuran dilakukan analisis dan pembahasan agar dapat diperoleh kesimpulan yang dapat digunakan untuk peningkatan keselamatan pengoperasian reaktor.

Pada makalah ini data diperoleh dari pengukuran parameter pada siklus operasi 74, karena pada siklus operasi ini pada teras reaktor dilakukan uji iradiasi garpu penyerap batang kendali AgInCd baru No. 16.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil kalibrasi batang kendali untuk siklus operasi reaktor No. 74. seperti terlihat pada Tabel 2.^{4]}

Tabel 2. Hasil Kalibrasi Batang Kendali Siklus Operasi No. 74

| No | Batang kendali + Absorber | Posisi di teras reaktor | Harga reaktivitas (\$) |
|----|---------------------------|-------------------------|------------------------|
| 1. | JDA01 + 09 | E - 9 | 1,928 |
| 2. | JDA02 + 15 | G - 6 | 2,278 |
| 3. | JDA03 + 13 | F - 8 | 2,455 |
| 4. | JDA04 + 11 | F - 5 | 2,485 |
| 5. | JDA05 + 10 | C - 5 | 2,345 |
| 6. | JDA06 + 14 | C - 8 | 1.810 |
| 7. | JDA07+ 08 | D - 4 | 2,480 |
| 8. | JDA08 + 12 | B - 7 | 1,749 |

Dengan mengacu hasil kalibrasi ini dan posisi batang kendali kritis bebas sumber neutron 281 mm, dapat dibuat neraca reaktivitas teras reaktor siklus operasi No. 74 pada kondisi teras



**PROSIDING SEMINAR
PENELITIAN DAN PENGELOLAAN PERANGKAT NUKLIR
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan
Yogyakarta, 27 Juli 2011**

reaktor tanpa target iradiasi dan tanpa garpu penyerap uji sebagai berikut :

1. Reaktivitas total batang kendali : 17,528 \$
= 13,4085 %
2. Reaktivitas padam : 8,155 \$
= 6,2386 %
3. Reaktivitas lebih : 9,373 \$
= 7,1700 %
4. Reaktivitas *stuck rod* : 5,485 \$
= 4,3376 %

Setelah pemasangan garpu penyerap uji dan target iradiasi, diperoleh posisi batang kendali kritis bebas sumber 320 mm. Dari posisi ini dapat diperoleh neraca reaktivitas reaktor kondisi teras dengan target iradiasi dan garpu penyerap uji sebagai berikut :

1. Reaktivitas total batang kendali : 17,528 \$
= 13,4085 %
2. Reaktivitas padam : 9,850 \$ = 7,5353 %
3. Reaktivitas lebih : 7,678 \$ = 5,8737 %
4. Reaktivitas *stuck rod* : 7,365 \$ = 5,6342 %

Dua parameter yang digunakan RSG-GAS untuk mengoperasikan reaktor pada daya 15 MW dengan aman hingga mampu mencapai energi 660 MWD, adalah nilai reaktivitas *stuck rod* harus lebih besar dari 0,5 % dan mempunyai reaktivitas lebih minimum 7,60 %.(lihat Tabel 1).

Untuk kondisi teras reaktor tanpa garpu penyerap uji tidak ada masalah berarti karena pada kondisi ini teras reaktor mempunyai reaktivitas lebih teras mendekati reaktivitas lebih standar (7,60 %) yaitu 7,17 %, dan reaktivitas *stuck rod* jauh lebih besar dari 0,5 %. Dengan membatasi reaktivitas negatif dari fasilitas eksperimen/target iradiasi sebesar 2% - (7,60 - 7,17)% = 1,57 %, reaktor dapat dioperasikan dengan aman hingga

energi 660 MWD. Namun untuk kondisi garpu penyerap uji berada di dalam teras, meskipun teras mempunyai reaktivitas *stuck rod* cukup besar tetapi hanya mempunyai reaktivitas lebih teras dengan nilai jauh lebih kecil dari 7,60%, yaitu 5,8737 %. Berarti pada kondisi ini reaktor tidak mampu dioperasikan hingga energi 660 MWD. meskipun semua batang kendali sudah mencapai *fully up*. Pada kondisi ini dengan asumsi seluruh target/eksperimen didalam teras mempunyai nilai reaktivitas negatif maksimum (2 %), reaktor hanya mampu dioperasikan hingga energi $\frac{2,4 - (7,6 - 5,8737)}{2,4} \times 660 = 185$ MWD.

Agar reaktor dapat dioperasikan hingga energi 660 MWD ada cara pemecahannya yaitu :

1. Batas akumulasi reaktivitas negatif yangizinkan untuk iradiasi seluruh target/eksperimen di dalam teras reaktor diturunkan dari maksimum 2 % menjadi 2% - (7,60 - 5,8737)% = 0,274 %.
2. Mengeluarkan garpu penyerap uji setelah energi reaktor mencapai energi 185 MWD. Uji iradiasi dilanjutkan pada siklus operasi berikutnya.

Garpu penyerap uji diinstal pada saat pembentukan konfigurasi teras awal, sehingga pada kalibrasi daya reaktor pada awal operasi hasilnya dipengaruhi oleh keberadaan garpu penyerap uji. Setelah 4 sub siklus operasi, garpu penyerap uji di keluarkan dari teras reaktor dan diganti dengan elemen beryllium. Hasil kalibrasi daya pada kondisi ini ternyata memberikan nilai konversi daya lebih besar dari sebelumnya. (lihat tabel 3).

Tabel 3. Hasil kalibrasi daya reaktor selama Siklus Operasi No. 74

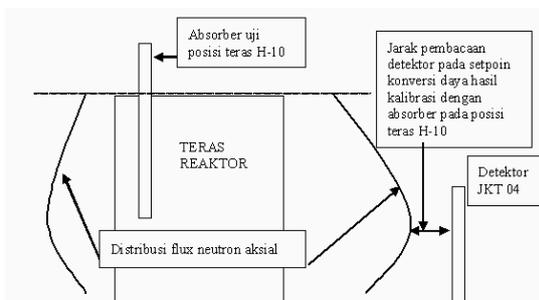
| No. | Tanggal Pelaksanaan | Posisi batang kendali (mm) | Faktor Konversi Hasil Kalibrasi (JKT 04) | Keterangan |
|-----|---------------------|----------------------------|--|--------------------|
| 1 | 14-02-2011 | 430 | 1×10^{-10} A = 25,59 Watt | Ada Absorber uji |
| 2 | 21-02-2011 | 462 | 1×10^{-10} A = 26,16 Watt | Ada Absorber uji |
| 3 | 07-03-2011 | 482 | 1×10^{-10} A = 26,82 Watt | Ada Absorber uji |
| 4 | 14-03-2011 | 496 | 1×10^{-10} A = 26,31 Watt | Ada Absorber uji |
| 5 | 20-03-2011 | 514 | 1×10^{-10} A = 27,07 Watt | Ada Absorber uji |
| 6 | 26-03-2011 | 460 | 1×10^{-10} A = 29,50 Watt | Tanpa Absorber uji |
| 7 | 28-03-2011 | 492 | 1×10^{-10} A = 29,47 Watt | Tanpa Absorber uji |
| 8 | 04-04-2011 | 523 | 1×10^{-10} A = 29,67 Watt | Tanpa Absorber uji |
| 9 | 18-04-2011 | 559 | 1×10^{-10} A = 29,45 Watt | Tanpa Absorber uji |
| 10 | 25-04-2011 | 557 | 1×10^{-10} A = 29,69 Watt | Tanpa Absorber uji |
| 11 | 02-05-2011 | 572 | 1×10^{-10} A = 29,207 Watt | Tanpa Absorber uji |



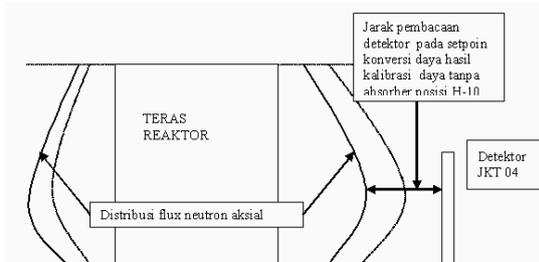
Catatan:

Garpu penyerap uji berada pada posisi teras H-10 berseberangan dengan detektor daya JKT04, dengan reaktivitas negatif sebesar 40,5 sen\$^{4]}.

Kejadian ini dapat dijelaskan sebagai berikut; Pada kalibrasi daya pertama pada saat garpu penyerap uji berada di teras reaktor distribusi flux neutron menjadi tidak simetri seperti terlihat pada Gambar 1. Arus pembacaan detektor JKT 04 di set dengan harga tertentu yang merupakan hasil konversi dari kalibrasi daya sebelumnya. Setelah garpu penyerap uji di keluarkan dari teras reaktor distribusi flux neutron aksial berubah seperti pada Gambar 2, yaitu terbentuk kurva simetris pada kanan/kiri teras reaktor.

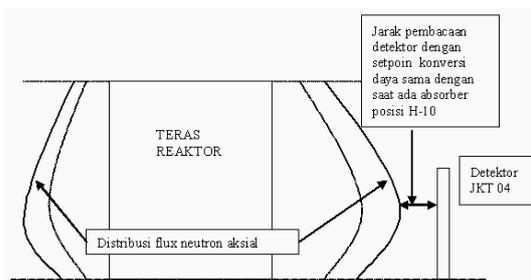


Gambar 1. Distribusi flux neutron aksial dengan garpu penyerap uji di posisi teras H-10



Gambar 2. Distribusi flux neutron aksial tanpa garpu penyerap uji, dengan setpoint konversi daya aktual

Pada kondisi ini apabila masih menggunakan konversi daya yang lama maka batang kendali reaktor akan bergerak ke atas menyesuaikan dengan setpoint pengaturan daya otomatis sehingga distribusi flux neutron aksial akan membesar seperti terlihat pada Gambar 3. Agar tidak terjadi kesalahan pembacaan daya maka setelah garpu penyerap uji dikeluarkan dari teras reaktor harus segera dilakukan kalibrasi daya ulang. Pada kalibrasi ini diperoleh nilai konversi yang lebih besar karena jarak flux neutron terhadap detektor lebih jauh dibanding jarak sebelumnya, seperti terlihat pada Tabel 3.



Gambar 3. Distribusi flux neutron aksial dengan setpoint konversi daya sama dengan saat garpu penyerap uji di posisi teras H-10

Mengacu pada hasil kalibrasi daya pada siklus operasi 74, pada saat di dalam teras reaktor terdapat garpu penyerap uji diperoleh hasil konversi daya terkecil $1 \times 10^{-10} A = 25,59$ Watt, sedang pada saat garpu penyerap uji dikeluarkan dari teras reaktor diperoleh konversi daya terbesar $1 \times 10^{-10} A = 29,69$ Watt, maka diperoleh perbedaan konversi daya sebesar $(29,69 - 25,59)$ Watt = 4,1 Watt. Apabila pada saat garpu penyerap uji berada di dalam teras, dan reaktor dioperasikan pada daya 15 MW dan masih menggunakan konversi daya lama 1×10^{-10} Amper = 25,59 Watt, maka diperoleh kesalahan pembacaan $\frac{4,1}{25,59} \times 15 MW = 2,4$ MW, sehingga

pada saat ini daya yang sebenarnya dibangkitkan adalah $15 MW + 2,4 MW = 17,4$ MW. Jika reaktor dioperasikan pada daya 30 MW dengan konversi daya awal siklus seperti tersebut di atas maka daya reaktor yang dibangkitkan sebenarnya adalah $2 \times 17,4 MW = 34,8$ MW. Hal akan sangat membahayakan keselamatan reaktor karena daya reaktor yang telah dibangkitkan melebihi batas daya maksimum yang diizinkan yaitu 34,2 MW^{1]}.

KESIMPULAN & SARAN

- Keberadaan garpu penyerap uji pada posisi teras H-10 akan memberikan efek lebih aman bagi keselamatan teras reaktor namun akan mengurangi energi yang dapat dibangkitkan reaktor.
- Keberadaan garpu penyerap uji pada posisi teras reaktor memberikan nilai konversi kalibrasi daya reaktor lebih kecil dibanding nilai konversi daya tanpa garpu penyerap uji dengan perbedaan cukup signifikan.
- Untuk menghindari terjadinya kesalahan pembacaan daya reaktor pada kanal pengukuran, setiap terjadi perubahan konfigurasi teras reaktor khususnya setelah pemasukan/pengeluaran garpu penyerap uji harus dilakukan kalibrasi daya ulang.



**PROSIDING SEMINAR
PENELITIAN DAN PENGELOLAAN PERANGKAT NUKLIR
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan
Yogyakarta, 27 Juli 2011**

DAFTAR PUSTAKA

1. **ANONIM**, "*Laporan Analisa Keselamatan Reaktor Serba Guna GA.Siwabessy BATAN*". Revisi 10, Jakarta, Tahun 2009.
 2. **IMAN KUNTORO**, Diklat Fisika Reaktor "*Diklat Penyegaran Operator dan Supervisor Reaktor*". Jakarta, Tahun 1989.
 3. **MOH DARWIS ISNAENI**, "*Kalibrasi Daya Reaktor dan Pengaturan kanal Pengukur Fluks Neutron RSG-GAS*", Diklat Selingkung Manajemen Teras RSG-GAS" Jakarta, Tahun 2000
 4. **ANONIM** "*Buku Induk Operasi RSG-GAS No.ident. 269 s/d 272*". Jakarta, Tahun 2011.
-

TANYA JAWAB

Jaja sukmana

- Kenapa posisi pengujiannya pada posisi teras H-10?

Slamet Wiranto

- ✧ *Posisi H-10 ada di tepi teras, fluks neutron tidak terlalu besar sehingga pengaruhnya terhadap reaktivitas teras lebih kecil. Disamping itu bila terjadi kerusakan pada absorber uji, dampak yang ditimbulkan tidak terlalu besar.*

Khairul H

- Seberapa besar garpu penyerap uji terhadap performance dibandingkan sebelumnya?

Slamet Wiranto

- ✧ *Berdasarkan hasil pengamatan pada GP uji yang sudah digunakan untuk operasi reaktor, performance GP uji hampir sama dengan GP sebelumnya.*