

## MODIFIKASI SISTEM PENGGERAK PENCACAH SAMPEL UJI PENCACAHAN SPEKTRUM GAMMA DI HOTCELL RSG-GAS

Asnul Sufmawan<sup>1</sup>, Kawkab Mustofa<sup>1</sup>, Sunarko<sup>1</sup>, Yusuf Nampira<sup>2</sup>

- 1) PRSG-BATAN
- 2) PTBBN-BATAN

### ABSTRAK

**MODIFIKASI SISTEM PENGGERAK PENCACAH SAMPEL UJI PENCACAHAN SPEKTRUM GAMMA DI HOTCELL RSG-GAS.** Telah dilakukan modifikasi perangkat kendali gamma scanning, rancangan dan pembuatan dudukan pelat elemen bakar uji. Tujuan modifikasi sistem tersebut, guna membantu kegiatan pencacahan pelat elemen bakar uji milik PTBBN. Metode yang digunakan adalah metoda gamma scanning. Dari hasil kegiatan tersebut telah dibuat perangkat lunak yang terhubung dengan perangkat keras berupa sistem kendali motor penggerak gamma scanning. Hasil pengujian diperoleh bahwa tiap 1 putaran motor stepper menghasilkan jarak perpindahan target (maju/mundur) sebesar 1.25 mm serta dudukan plat elemen bakar uji dapat dipergunakan dengan baik.

**Kata kunci :** Modifikasi, Penggerak, Sampel Uji

### ABSTRACT

**MODIFICATION SYSTEM SAMPLE TEST DRIVE ENUMERATOR enumeration GAMMA SPECTRUM IN HOTCELL RSG-GAS.** Has been modified gamma scanning control device, the design and manufacture of standing of plate fuel elements test. The purpose for counting of the plate test fuel elements belongs PTBBN. The method used is gamma scanning method. The results of these activities have made a software that is connected to the control drive of gamma scanning motor hardware. The test results that each 1 stepper motor rotation produces the displacement distance of the target (forward / backward) of 1.25 mm and the plate holder test fuel elements can be used properly.

**Keywords :** Modification, drive, test sample

### PENDAHULUAN

Untuk membantu program litbang PTBBN, dalam hal ini sebagai kompensasi penggunaan bahan bakar dengan pengayaan rendah pada unit volume yang tetap (tidak merubah dimensi elemen bakar, terutama tebal pelatnya), diperlukan peningkatan jumlah uranium agar unjuk kerjanya minimal sama dengan penggunaan bahan bakar pengayaan tinggi. Penggunaan material paduan uranium yang memiliki berat jenis tinggi sehingga muatan uraniumnya dapat ditingkatkan, menjadi program litbang PTBBN. Dalam hal ini telah dipilih paduan

uranium  $U_3Si_2$  dan  $UMo$  untuk dikembangkan dan digunakan sebagai bahan bakar reaktor riset yang menggunakan uranium pengayaan rendah<sup>[1][2]</sup>.

Terkait litbang bahan bakar dispersi untuk reaktor riset dengan pengayaan rendah tersebut, PTBBN telah berhasil melakukan pabrikasi Pelat Elemen Bakar (PEB) uji paduan uranium  $U_3Si_2$  Tingkat Muat Uranium (TMU) 4,8 g/cm<sup>3</sup> dan 5,2 g/cm<sup>3</sup>. PEB tersebut telah diradiasi dengan fraksi bakar rerata dimulai dari 20%, 40% dan 60%. Apabila hasil uji pasca iradiasi memenuhi syarat maka dapat berlanjut ke tahapan berikutnya. Begitu juga apabila hasil uji

pasca iradiasi dari TMU  $4,8 \text{ g/cm}^3$ , dan pada fraksi bakar rerata 60% memenuhi syarat, maka baru dapat berlanjut ke tahapan TMU  $5,2 \text{ g/cm}^3$ . Tahapan fraksi bakar rerata TMU  $5,2 \text{ g/cm}^3$  juga sama dengan TMU  $4,8 \text{ g/cm}^3$ . Dengan demikian kemampuan menghasilkan data hasil uji pasca iradiasi yang dapat menunjukkan bahwa kinerja bahan bakar baik, sangat diperlukan dalam kegiatan litbang ini karena keterkaitannya juga dengan ijin iradiasi dari BAPETEN<sup>[2]</sup>.

Salah satu pengujian PEB pasca iradiasi adalah pengamatan distribusi pembelahan dalam pelat elemen uji tersebut. Pengamatan ini dapat dilakukan dengan gamma scanning atau gamma spektrometer dengan mengamati paparan radiasi  $\gamma$  pada energi tertentu. Pengukuran tersebut berlangsung secara otomatis antara gerakan bahan bakar dan pencacahan radiasi  $\gamma$ <sup>[3,4]</sup>

Untuk menunjang kegiatan tersebut diperlukan *hotcell* yang mampu menangani target yang memiliki paparan cukup tinggi. Karena peralatan UTM di IRM berada di *hotcell* 103, dan di *hotcell* 102 memiliki paparan radiasi sangat tinggi, maka kegiatan pencacahan dengan metoda gamma scanning dilakukan di *hotcell* PRSG.

Tulisan ini membahas tentang persiapan serta pelaksanaan pencacahan PEB uji di *hotcell* RSG-GAS. Persiapan ini mencakup modifikasi perangkat lunak gamma scanning, rancangan dan pembuatan dudukan pelat elemen bakar uji. Dengan selesainya kegiatan tersebut di harapkan peralatan dapat digunakan untuk mencacah pelat elemen bakar uji.

## TUJUAN

Agar spektrum gamma sepanjang pelat elemen bakar (PEB) uji diperoleh, maka sistem pemegang dan penggerak PEB uji diperlukan. Sistem tersebut perlu diperbaiki/dimodifikasi karena disain awalnya terintegrasi dengan perangkat lunak dari pencacah spectrum gamma (*gamma scanning*). Karena sistem terintegrasinya

sudah tidak digunakan lagi (rusak), maka dilakukan modifikasi system penggerak secara independen/individual, atau berdiri sendiri sehingga system penggerak sampel uji tersebut secara program dapat digerakkan ke dua arah sepanjang sumbu X atau arah sepanjang *hotcell*. Agar dapat mencacah pelat elemen bakar (PEB) uji, maka dibuat adaptor pemegang PEB uji yang ujung terpasang-nya tetap sama dengan *end-fitting (nosel)* elemen bakar RSG-GAS.

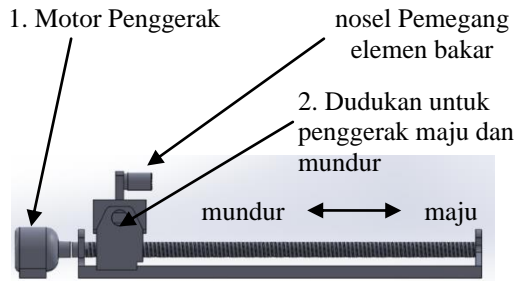
## DESKRIPSI

Sistem penggerak pencacah bahan bakar bekas RSG-GAS adalah fasilitas yang berada di dalam *hotcell* RSG-GAS yang telah dipersiapkan oleh *INTERATOM GmbH* dengan metoda *gamma scanning*. Metoda *gamma scanning* adalah pencacahan elemen bakar bekas dengan spektrometer gamma salah satu tujuan adalah untuk mengetahui fraksi bakar yang telah digunakan selain berdasarkan perhitungan. *Modeling* dalam pelat elemen bakar nuklir segar, bahan bakar terdispersi merata dalam matrik aluminium pada meat bahan bakar.  $U^{235}$  dalam bahan bakar tersebut akan mengalami pembelahan. Besarnya pembelahan ini dinyatakan sebagai fraksi bakar.

Sistem penggerak pencacah bahan bakar bekas RSG-GAS ini terdiri dari 3 bagian yaitu:

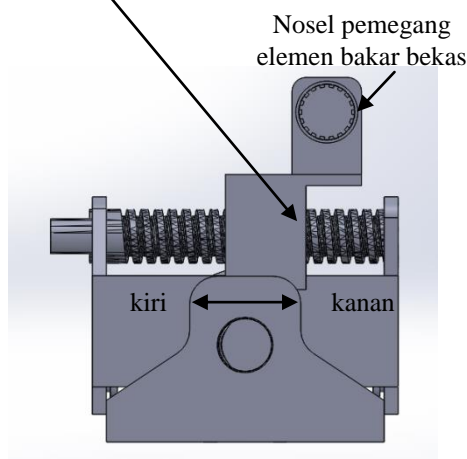
1. Sistem kendali motor penggerak gamma scanning,
2. Dudukan yang dapat digerakkan maju/mundur sepanjang 1000 mm, dudukan ini dibuat fix menyatu dengan lantai *hotcell* menggunakan baut.
3. Dudukan pembawa bahan bakar bekas. Pada dudukan ini terdapat lubang untuk memegang nosel bahan bakar bekas. Dudukan ini juga dapat menggeser bahan bakar bekas yang akan di cacah bergerak ke kiri/kanan mendekati lubang kolimator. Gambar dudukan penggerak pengujian elemen bakar bekas dapat dilihat pada Gambar 1, 2 dan 3 dibawah ini. Elemen

bakar bekas RSG-GAS yang akan dicacah dengan teknik gamma scanning dipasang di atas dudukan penggerak dengan lubang nosel yang telah disiapkan.

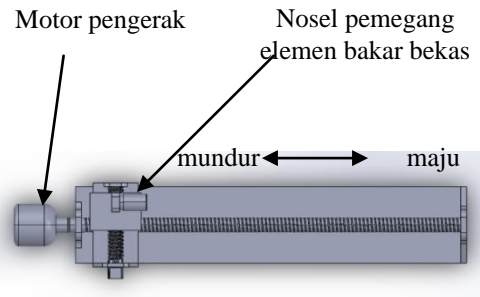


**Gambar 1.** Dudukan penggerak pengujian elemen bakar (Tampak samping)

3. Dudukan untuk pemegang elemen bakar bekas. Dapat di gerakan ke kiri dan kanan mendekati kolimator



**Gambar 2.** Dudukan penggerak pengujian elemen bakar (Tampak Depan)



**Gambar 3.** Dudukan penggerak pengujian elemen bakar (Tampak Atas)

Sistem penggerak elemen bakar bekas ini digerakkan oleh motor tegangan DC 12 volt dengan kecepatan putaran diatur oleh komputer proses simatic S-5.

### TATA KERJA

Modifikasi sistem penggerak pencacah elemen bakar uji di hotcell RSG-GAS dilakukan dengan beberapa tahapan:

#### Modifikasi Perangkat kendali gamma scanning.

Modifikasi dilakukan Pembuatan sistem perangkat lunak yang digunakan adalah simatic S-5, perangkat lunak ini sudah tidak ada dipasaran. Saat ini yang ada dipasaran adalah type S-7 tetapi harganya cukup mahal sehingga diputuskan menggunakan perangkat lunak yang ada dipasaran dan mudah di dapat.

Untuk Pembuatan Dudukan pelat elemen bakar uji dengan cara memodifikasi dudukan untuk bundel bahan bakar ke dudukan untuk pelat elemen bakar uji dengan tingkat muat  $4,8 \text{ g/cm}^3$  berdimensi  $629 \text{ mm} \times 70,70 \text{ mm} \times 1,40 \text{ mm}$ . Sehingga harus dibuat dudukan agar pelat tersebut dapat berdiri sempurna

#### Membuat rancangan

Dalam rancangan sistem dudukan elemen bakar bekas untuk gamma scanning sudah mengalami kerusakan di beberapa komponennya, diantaranya:

Komputer proses S-5 sebagai penggerak motor tidak berfungsi karena sudah cukup tua. Sedangkan *motor stepper* penggerak dudukan elemen bakar bekas berfungsi dengan baik.

Untuk dudukan bagian atas pemegang elemen bakar bekas, alat ini didesain untuk dudukan elemen bakar bekas yang sudah memiliki *nosel*, maka perlu dibuat alat tambahan untuk pemegang/dudukan plat elemen bakar uji dengan tingkat muat 4,8 g/cm<sup>3</sup>. Sedangkan Pembuatan perangkat keras yang dibuat berupa kendali motor penggerak dengan memanfaatkan komponen lokal yang ada dipasaran dan mudah di dapat.

**Uji fungsi**

Setelah dilakukan beberapa tahapan, kegiatan, maka di lakukan uji fungsi untuk menentukan sapuan (*scanning*). Dengan cara meletakkan pelat bahan bakar uji pada dudukannya, maka diperoleh, bahwa 1 putaran motor menghasilkan jarak perpindahan pelat EBU 1,25 mm baik dalam kondisi maju ataupun kondisi mundur.

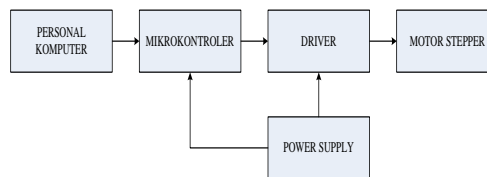
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dari hasil modifikasi, perbaikan, desain dan pembuatan diperoleh bahwa perangkat lunak dan perangkat keras yang terdapat pada sistem kendali motor penggerak menggunakan perangkat lunak SIMANTIK-5 (S-5). Gambar perangkat kendali gamma scanning S-5 dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Perangkat kendali gamma scanning lama

Perangkat kendali ini terdiri dari layar monitor, keypad, PC, power supply, karena perangkat S-5 ini sudah tidak ada lagi di pasaran dan apabila di upgrade menjadi sistem S-7 sangat mahal maka diputuskan untuk mengganti satu perangkat sistem ini yaitu dengan membuat kendali sistem penggerak motor gamma scanning.



**Gambar 5.** Blok diagram perangkat kendali gamma scanning RSG-GAS



**Gambar 6.** Hasil perakitan Modul Mikrokotroller



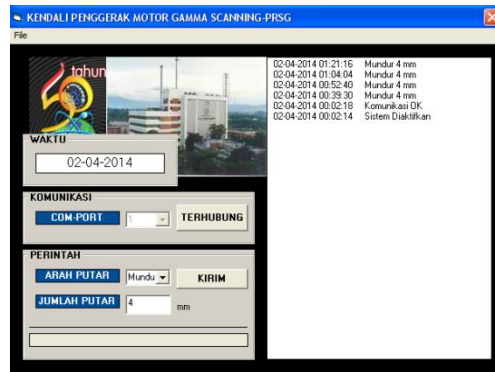
**Gambar 7.** Modul Driver Gamma Scanning setelah modifikasi

perangkat keras yang digunakan adalah mikrokontroler AT-TINNY 2313 yang sudah dalam bentuk modul mikrokontroler DT-AVR *Low Cost Nano System*.



**Gambar 8.** Hasil instalasi akhir pembuatan perangkat keras Kendali Gamma Scanning

Setelah motor driver penggerak gamma scanning telah selesai diinstalasi langkah selanjutnya adalah pembuatan perangkat lunak untuk memudahkan mengoperasikan motor driver penggerak gamma scanning. Adapun perangkat lunak dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

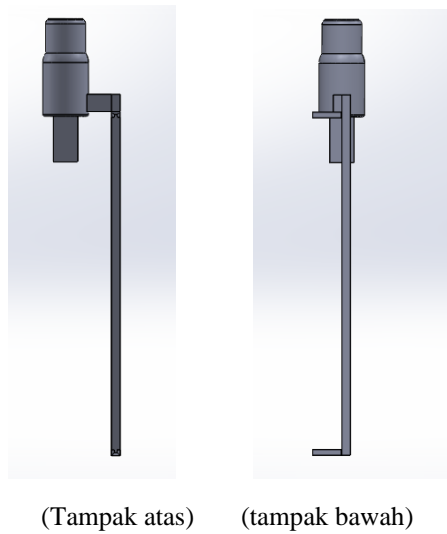


**Gambar 9.** kendali motor penggerak gamma scanning

Dari gambar perangkat lunak di atas terlihat bahwa sebelum mengoperasikan motor driver tersebut isi komikasi dengan com-port isi angka 1 kemudian klik terhubung, setelah komunikasi terkoneksi, isi perintah yang kita inginkan maju atau mundur kemudian isi jumlah putar.

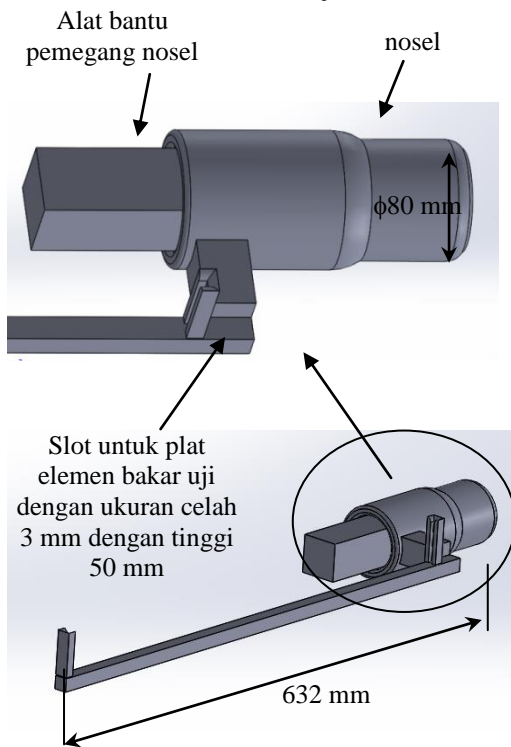
Pembuatan selanjutnya adalah dudukan untuk plat elemen bakar uji, pembuatan ini dilakukan karena sistem penggerak gamma scanning sebetulnya diperuntukkan untuk pencacahan elemen bakar bekas karena lubang nosel yang terpasang adalah untuk nosel elemen bakar bekas.

Sebelum pembuatan dilakukan desain terlebih dahulu, agar pembuatan dapat dilakukan dengan tepat sesuai ukuran yang dibutuhkan. Hasil disain dapat dilihat sebagai berikut.



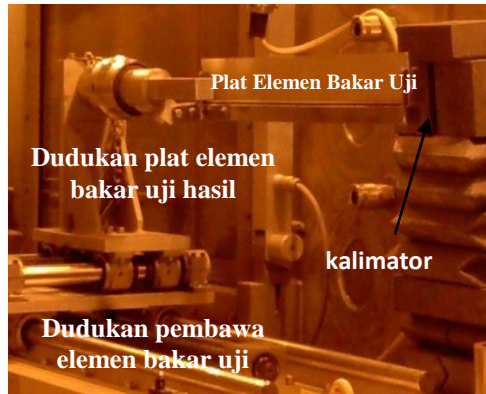
(Tampak atas) (tampak bawah)

**Gambar 10.** Desain dudukan pelat elemen bakar uji



**Gambar 11.** Disain 3D dudukan pelat elemen bakar uji

Setelah disain selesai maka pabrikan dudukan plat elemen uji dibuat, di bawah gambar hasil pabrikan dudukan plat elemen uji yang sudah terpasang.



**Gambar 12.** Pengukuran spektrum gamma di dalam hotcell RSG-GAS

Hasil uji fungsi peralatan kendali motor gamma scanning diperoleh satu putaran motor menempuh jarak 1,25 mm, hal ini sesuai dengan lebar celah kolimator pada dinding hotcell yaitu sebesar 2 mm.



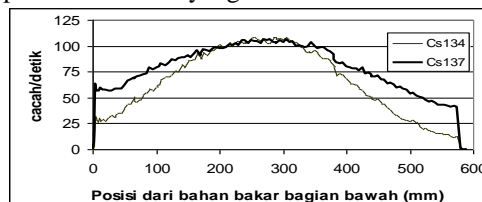
**Gambar 13.** Penempatan detektor gamma ke dinding hotcell RSG-GAS

Hasil modifikasi tersebut telah digunakan untuk pencacahan spectrum gamma PEB uji. Pembahasan termasuk:



penentuan pitch 1,25 mm, berarti satu putaran bergerak sepanjang 1,25 mm, yang berarti membutuhkan 4 putaran stepping motor penggerak untuk setiap variasi jarak 5 mm. Setiap titik dicacah spectrum gamma nya selama 300 detik lalu bergeser ke titik berikutnya sejauh 5 mm dan seterusnya, sehingga pengukuran lengkap sepanjang meat PEB uji (625 :5)x300 detik = 625 menit atau 10 jam 25 menit.

Contoh hasil distribusi Cs-134 dan Cs-137 dalam PEB uji dengan tingkat muat uranium 4,8 gr/cc mengikuti pola distribusi normal (Gambar 14). Hal ini menunjukkan bahwa bahan bakar dalam pelat mengalami pembelahan secara normal dan tidak menunjukkan adanya ketidak sesuaian pembelahan yang dapat menimbulkan pemanasan lokal yang berlebih<sup>[3]</sup>.



**Gambar 14.** Contoh Pola distribusi Cs-134 dan Cs-137 dalam bahan bakar Uranium Silisida/aluminium tingkat muat 4,8 fraksi bakar 40%<sup>[3]</sup>

## KESIMPULAN

Dari hasil modifikasi, perancangan dan pembuatan seluruh sistem penggerak gamma scanning diperoleh :

1. Perangkat lunak yang mudah dioperasikan.
2. Modul mikrokontroller dan modul driver kendali motor Gamma Scanning dapat bekerja sesuai fungsinya dan dapat terhubung dengan perangkat lunak di komputer
3. Dudukan pelat elemen bakar uji dapat

digunakan.

4. Dari hasil uji fungsi menunjukkan bahwa tiap 1 putaran motor stepper menghasilkan jarak perpindahan target (maju/mundur) sebesar 1.25 mm

## UCAPAN TERIMAKASIH

Bapak Cahyana, Bapak Heri Suherkiman, Bapak Hari Prijanto staf Bidang Pemeliharaan Reaktor PRSG yang turut membantu modifikasi sistem penggerak pencacah sampel uji pencacahan spektrum gamma di *hotcell* RSG-GAS.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. PTBN-BATAN, LAK Inseri EBU Silisida Densitas 4,8 g /cm<sup>3</sup> dan 5,8 g/cm<sup>3</sup> di teras RSG-GAS, 2008.
- [2]. ANTONIO GOGO dkk, “Uji Tak Merusak Pelat Elemen Bakar Nuklir Paska Iradiasi di RSG-GAS” Buletin Pengelolaan Reaktor Nuklir Volume XII, No.1 April 2015.
- [3]. GERHART FRIDLANDER, JOSEPH W KENNEDY, EDWAR S MARCIAS, JULIAN MALCOL MILLAR, (1981), Nuclear Radio Chemistri, John Wiley & Sons.
- [4]. KNUT EIRHEIM, (2009), Gamma scanning of Nuclear Fuel, Halden Reactor Project (HRP). 16-17<sup>th</sup> of sepetember NKS. Gamma seminar, Nordist Denmark.
- [5] YUSUF NAMPIRA, SUPARDJO, SRI ISMARWANTI, Uji Tidak Merusak Bahan Bakar U3Si2/Al Tingkat Muat Uranium 4,8 g/cm<sup>3</sup> Pasca Iradiasi Fraksi Bakar 20% dan 40%, Bunga Rampai Hasil Penelitian PTBBN Tahun 2013, Teknologi Elemen Bakar Nuklir, 2014.

