



IDENTIFIKASI ARUS BERKAS ELEKTRON PADA PRA KOMISIONING MESIN BERKAS ELEKTRON (MBE) LATEKS

Sukaryono, Rany Saptaaji, Suhartono, Heri Sudarmanto
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan-BATAN, Yogyakarta
Email : ptapb@batan.go.id

ABSTRAK

IDENTIFIKASI ARUS BERKAS ELEKTRON PADA PRA KOMISIONING MESIN BERKAS ELEKTRON (MBE) LATEKS. Telah dilakukan identifikasi arus berkas elektron pada pra komisioning MBE Lateks. Identifikasi arus berkas elektron dilakukan untuk mengetahui distribusi arus berkas elektron yang mengenai target. Identifikasi dilakukan dengan mengoperasikan MBE Lateks pada kondisi tegangan pemercepat 208 kV, arus berkas 25 μ A. Untuk mengidentifikasi bahwa berkas elektron sudah dihasilkan, maka pada sistem target dipasang dosimeter go no go dan CTA film. Dosimeter gonogo dipasang untuk mengetahui secara visual apakah sudah dihasilkan arus berkas elektron atau belum, apabila terjadi perubahan warna dari kuning menjadi merah maka menandakan bahwa sudah dihasilkan arus berkas elektron. CTA film digunakan untuk mendeteksi besarnya dosis arus berkas elektron yang mengenai target. Pemantauan distribusi dosis dilakukan pada tiga titik pantau yaitu selatan, tengah dan utara dengan luasan target (60 x 6) cm. Dosis arus berkas elektron tertinggi berada pada tengah luasan target yaitu 14,8 kGy, dosis pada sisi selatan dan utara masing-masing 11,8 kGy dan 8,5 kGy. Dari data pengukuran keseragaman dosis sepanjang window MBE, diperoleh $D_{maks}/D_{min} = 1,74$, dengan demikian keseragaman dosis sepanjang window MBE tidak homogen.

ABSTRACT

IDENTIFICATION OF ELECTRON BEAM CURRENT IN THE PRE COMMISSIONING OF LATEX ELECTRON BEAM MACHINE (EBM). Identification of electron beam current in the pre commissioning of latex EBM has been done. Identification of the electron beam current is conducted to determine the electron beam current distribution on the target. Identification is done by operating the latex electron beam machine on 208 kV accelerating voltage and 25 μ A beam current. To identify that the electron beam is generated, go no go dosimeter and CTA film are placed in the target system. Go no go dosimeter is placed to determine wheather the electron beam current is generated by visual, if the color turn from yellow into red then the electron beam current is generated. CTA film is used to detect the magnitude of the dose of electron beam current that hit the target. The monitoring of dose distribution is carried out in three monitoring spot that is south, middle and north of the target with the target area (60 x 6) cm. The highest electron beam current dose is at the middle of the target area that is 14.8 kGy, the dose in the south and north side are 11.8 kGy and 8.5 kGy respectively. From the measurement of dose uniformity along electron beam machine window, it was obtained $D_{maks}/D_{min} = 1.74$ thus the dose uniformity throughout the window was not homogeneous.

PENDAHULUAN

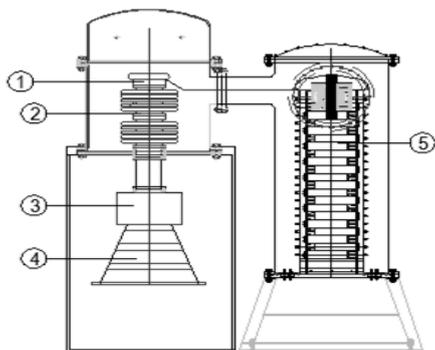
Mulai tahun 2005 Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan mempunyai program rancangbangunmesin berkas elektron (MBE) Lateks

dengan kapasitas 300 keV/20 mA, program ini diawali dengan pembuatan rancangan dasar dilanjutkan dengan pembuatan rancangan detail serta realisasi pembuatan⁽¹⁾. Pada tahun 2012 program



rancangbangun MBE Lateks memasuki tahap pengujian, keberhasilan dari program rancang bangun dapat terukur apabila elektron yang dibangkitkan oleh sumber elektron bisa dipercepat pada ruang hampa dan diatur mengenai target⁽²⁾. Berkenaan dengan hal tersebut maka dilakukan pengukuran dosis serap untuk menentukan distribusi dosis berkas elektron sepanjang *window* MBE. Untuk mengetahui berkas elektron sudah sampai target atau belum dapat dilakukan dengancara kualitatif maupun kuantitatif. Yang dimaksud cara kualitatif adalah memastikan sudah terjadi proses radiasi atau tidak pada target, yaitu dengan menggunakan indikator radiasi yang biasa disebut dosimeter *gonogo*. Dosimeter ini berupa zat warna yang peka terhadap radiasi dan apabila terkena radiasi akan berubah warna menjadi lebih gelap sebanding dengan dosis radiasi yang mengenyainya. Sedangkan cara kuantitatif bertujuan untuk mengetahui besaran dosis serap berkas elektron yang terkena pada target.

Dalam kegiatan ini pengukuran distribusi dosis dilakukan pada tiga posisi yaitu selatan, tengah dan utara luasan *window* MBE. Distribusi dosis serap sepanjang *window* MBE dapat digunakan untuk menetapkan dosis maksimum dan dosis minimum sebagai parameter keseragaman dosis (*dose uniformity*). Hal ini perlu dilakukan karena keseragaman dosis merupakan parameter pengendalian dosis dalam melakukan iradiasi suatu bahan agar diperoleh kualitas bahan yang seragam/homogen. Dalam pengukuran dosis yang terserap pada bahan diperlukan alat dosimeter. Dosimeter film, seperti *Celulosa Triacetat (CTA)* sangat tepat digunakan sebagai kendali mutu proses iradiasi berkas elektron⁽³⁾. Evaluasi dosis serap dilakukan berdasarkan perubahan rapat optik (*optical density*) atau absorban pada CTA sebelum dan sesudah diradiasi. Perubahan rapat optik/absorban diukur dengan *Spectrophotometer Genesys 5* pada panjang gelombang 280 nm.



Gambar 1. Skema Mesin Berkas Elektron Lateks (300 keV/20 mA)

TATA KERJA

Identifikasi berkas elektron dilakukan dengan mengoperasikan MBE Lateks pada tegangan pemercepat tertentu sehingga dihasilkan arus berkas elektron pada target.

Bahan dan Peralatan

- Dosimeter *Celulosa Triacetat (CTA)* dan dosimeter *go no go*.
- *Spectrophotometer Genesys 5* buatan Amerika
- Mesin Berkas Elektron 300 keV/20 mA (MBE) Lateks
- Selotip, spidol permanen, tisu, sarung tangan, pinset, gunting
- Pakaian kerja, surveymeter, film badge.
- Identifikasi Arus Berkas Elektron Seluas Jendela Pemayar
- Menyiapkan papan target sesuai dengan ukuran lebar *window* dan ditempel dosimeter *go no go* serta *CTA* pada tiga posisi target (utara, tengah dan selatan).
- Menempatkan papan target yang sudah dipasang dosimeter *go no go* dan *CTA* di bawah *window* MBE dengan jarak 2,5 cm.
- MBE dioperasikan pada tegangan pemercepat dan arus berkas elektron masing-masing 208 kV dan 25 μ A untuk diiradiasikan ketarget.
- Mengamati apakah ada perubahan warna pada dosimeter *go no go* dan dilanjutkan melakukan persiapan pembacaan rapat optik/absorban dosimeter *CTA*.
- Mengkondisikan dosimeter *CTA* yang telah diiradiasi dengan MBE Lateks selama kurang lebih 2 jam.
- Mengukur/membaca rapat optik/absorban dosimeter *CTA* setelah diiradiasi menggunakan *Spectrophotometer Genesys 5*.
- Perhitungan dosis serap menggunakan kurva kalibrasi dosis vs respon dosimeter *CTA*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam identifikasi berkas elektron dilakukan dengan mengoperasikan MBE Lateks pada tegangan pemercepat 208 kV sehingga dihasilkan arus berkas elektron 25 μ A pada kondisi vakum 5.10^{-6} mbar. Berkas elektron diiradiasikan ke target yang sudah dipasang dosimeter *go no go* dan dosimeter *CTA*. Dari hasil iradiasi terlihat pada dosimeter *go no go* ada perubahan warna dari kuning menjadi merah kecoklatan, hal ini menandakan ada berkas elektron yang sampai ke target. Sedangkan untuk mengukur besarnya dosis di target menggunakan dosimeter *CTA*. Dosimeter *CTA* yang digunakan adalah tipe FUJI FTR 125 buatan Jepang berupa pita panjang warna bening dengan dimensi lebar 8 mm, tebal 0,125 mm,



**PROSIDING SEMINAR
PENELITIAN DAN PENGELOLAAN PERANGKAT NUKLIR
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan
Yogyakarta, 26 September 2012**

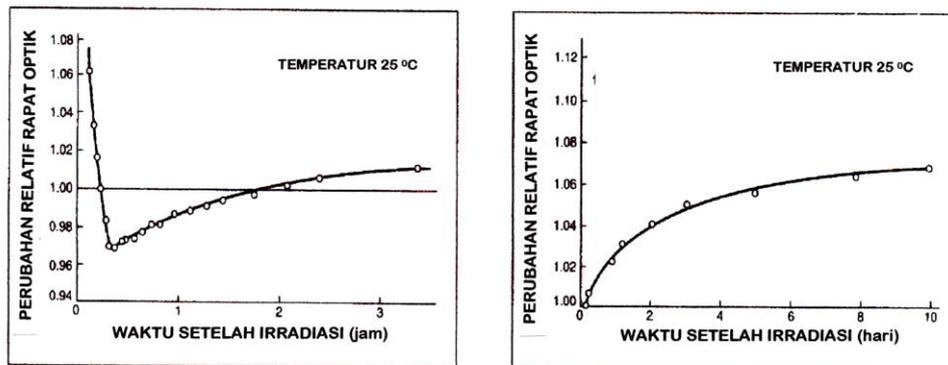
densitas $1,298 \text{ gr/cm}^3$ dan dapat dibaca pada panjang gelombang 280 nm. Sebelum melakukan pengukuran dosis serap menggunakan dosimeter CTA tipe FUJI FTR 125 ada beberapa hal yang harus diperhatikan agar tidak merubah kondisi dosimeter CTA, yaitu pada kedua permukaan tidak boleh kotor, terkena minyak/lemak, debu, tidak boleh dipegang langsung tangan dan tidak boleh terlipat, karena kondisi tersebut akan mempengaruhi data hasil pengukuran rapat optik/absorban. Alat yang digunakan untuk membaca nilai rapat optik/absorban sebelum dan sesudah iradiasi adalah *Spectrophotometer Genesys 5* buatan Amerika.

Setelah dosimeter CTA diiradiasi, disarankan pengukuran rapat optik/absorban ditunda (dikondisikan) dahulu selama ± 2 jam. Hal ini agar supaya diperoleh harga rapat optik/absorbanyang optimal, karena apabila pengukuran dilakukan sebelum 2 jam setelah diiradiasi, maka harga rapat optik/absorban di bawah nilai sebenarnya, dan jika pengukuran dilakukan setelah 2 jam maka harga rapat optik/absorbanakan bertambah besar seiring

dengan bertambahnya waktu. Walaupun demikian pertambahan ini dapat dikoreksi dengan kurva hubungan antara "Perubahan relatif rapat optik/absorban vs waktu setelah iradiasi" seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Untuk itu disarankan pengukuran rapat absorban dilakukan 2 jam setelah dosimeter diradiasi.

Perhitungan dosis serap dilakukan berdasarkan "Kurva kalibrasi dosis serap vs respon dosimeter". Kurva kalibrasi diperoleh dari hasil pengukuran absorban pada dosimeter yang telah diketahui nilai dosisnya secara pasti, dan hasilnya ditunjukkan pada Gambar 3. Sedangkan respon dosimeter (R) merupakan hasil pengukuran absorban dosimeter setelah diiradiasi (abs) dikurangi dengan absorban dosimeter sebelum diradiasi (bgd) dibagi dengan tebal dosimeter (t), jika ditulis secara matematis $R = (abs - bgd)/t$.

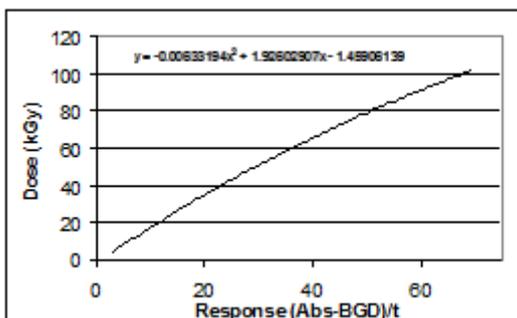
Setelah dosimeter CTA dikondisikan kurang lebih 2 jam, maka segera dilakukan pembacaan nilai rapat optik/absorban, pembacaan masing-masing dosimeter dilakukan sebanyak lima kali dan hasil perhitungan dosis serap ditunjukkan pada Tabel 1.



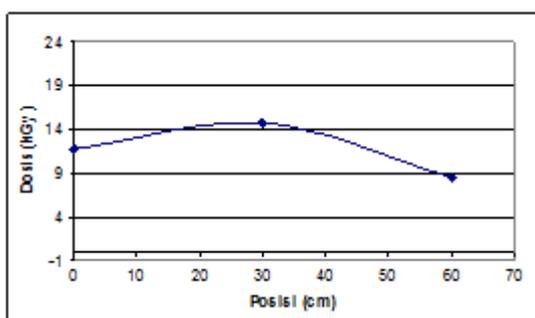
Gambar 2. Perubahan relatif absorban vs waktu setelah iradiasi⁽⁴⁾

Tabel 1. Hasil Pengukuran Dosimeter CTA

Posisi	Absorban	Dosis (kGy)	Dosis rerata (kGy)	D_{maks}/D_{min}
Selatan	0,218	13,4	11,8	$14,8/11,8 = 1,25$
	0,199	10,6		
	0,221	13,8		
	0,203	11,2		
	0,193	9,7		
Tengah	0,237	16,2	14,8	$14,8/14,8 = 1$
	0,218	13,4		
	0,222	14,0		
	0,226	14,6		
	0,236	16,0		
Utara	0,176	7,2	8,5	$14,8/8,5 = 1,74$
	0,172	8,8		
	0,192	6,6		
	0,187	9,6		
	0,198	10,5		



Gambar 3. Kurva kalibrasi dosis serap vs respon dosimeter CTA



Gambar 4. Kurva hubungan antara dosis versus posisi sepanjang *window* MBE

Selanjutnya berdasarkan hasil perhitungan dosis serap dapat dibuat kurva hubungan antara posisi dosimeter CTA versus besar dosis, sehingga bisa dilihat distribusi berkas elektron yang mengenai target sepanjang *window* MBE. Berdasarkan data dan kurva dapat dilihat bahwa distribusi arus berkas elektron belum merata di sepanjang *window* MBE, dosis tertinggi terdapat pada posisi tengah dengan dosis 14,8 kGy, kemudian pada posisi selatan 11,8 kGy dan posisi utara 8,5 kGy.

Dalam proses iradiasi, pengukuran dosis maksimal (D_{maks}) dan dosis minimal (D_{min}) sangat penting, dan bila terdapat perbedaan yang amat menyolok dari harga D_{maks} dan D_{min} berarti iradiasi tidak homogen. Homogenitas atau keseragaman distribusi dosis radiasi pada sepanjang *window* MBE dinyatakan dari perbandingan D_{maks}/D_{min} . Bila harga ini bernilai mendekati 1, maka distribusi dosis dapat dikatakan homogen. Dalam praktek khususnya dalam industri, perbandingan D_{maks}/D_{min} dapat mencapai 1 sampai 1,5⁽⁵⁾. Dari data pengukuran keseragaman dosis sepanjang *window* MBE, diperoleh keseragaman dosis serap $D_{maks}/D_{min} = 1,74$, dengan demikian keseragaman dosis sepanjang *window* MBE menunjukkan tidak homogen. Keseragaman distribusi dosis pada luasan *window* MBE masih bisa ditingkatkan dengan menyempurnakan sistem optik yang belum bekerja secara maksimal.

KESIMPULAN

Dari hasil identifikasi arus berkas elektron pada MBE Lateks dapat disimpulkan sebagai berikut:

Pada saat MBE Lateks dioperasikan pada tegangan pemercepat 208 kV dan arus berkas 25 μ A, berkas elektron sudah sampai ke target yang ditandai dengan berubahnya warna dosimeter *gonogo* dari warna kuning menjadi warna merah kecoklatan.

Distribusi arus berkas elektron belum merata (homogen) pada luasan *window* MBE, dosis tertinggi terdapat pada posisi tengah dengan dosis 14,8 kGy, kemudian posisi selatan dengan dosis 11,8 kGy dan dosis terendah pada posisi utara dengan dosis 8,5 kGy.

Dari hasil pengukuran keseragaman dosis sepanjang *window* MBE diperoleh $D_{maks}/D_{min} = 1,74$, dengan demikian keseragaman dosis sepanjang *window* MBE tidak homogen, hal ini dapat diperbaiki dengan menyempurnakan sistem optik yang belum bekerja secara maksimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tiada kata yang lebih indah untuk diucapkan selain terima kasih, untuk itu penulis haturkan terimakasih yang setulus-tulusnya kepada Kapok Teknologi Akselerator, Kabid Teknologi Akselerator dan Fisika Nuklir serta semua tim MBE 300 keV/20 mA untuk pra vulkanisasi latek atas segala informasi dan data sehingga bisa tersusun makalah ini, semoga Allah SWT selalu memberikan imbalan yang setimpal atas jasa baik tersebut dan selalu memberi kekuatan kepada kita semua untuk berkarya dan beramal lebih baik lagi dalam setiap kesempatan. Amin.

DAFTAR PUSTAKA

1. "Rancangan Detil Mesin Berkas Elektron 300 keV/20 mA untuk Industri Lateks", Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan – BATAN Yogyakarta (2006)
2. "Laporan Analisis Keselamatan Konstruksi Mesin Berkas Elektron untuk Industri Lateks", Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan – BATAN Yogyakarta (2012)
3. RANY SAPTAAJI, "Petunjuk Praktikum Dosimetri Akselerator Pelatihan Pekerja Akselerator", Pusat Pendidikan dan Pelatihan – Badan Tenaga Nuklir Nasional Yogyakarta (2009).
4., "Sertikat CTA FTR-125", Fuji Film, Jepang.
5. MARGA UTAMA, "Aplikasi Akselerator Untuk Industri", Diktat Pelatihan Pekerja Akselerator, Pusdiklat BATAN, Jakarta 2003.



**PROSIDING SEMINAR
PENELITIAN DAN PENGELOLAAN PERANGKAT NUKLIR
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan
Yogyakarta, 26 September 2012**

TANYA JAWAB

Jumari

- Apakah dengan arus $25\mu\text{A}$ sudah cukup untuk operasi pemayaran MBE latek ini?

Sukaryono

- ✧ *Dengan arus berkas sebesar $25\mu\text{A}$ sudah bisa untuk mengidentifikasi distribusi berkas sepanjang window MBE.*

Slamet wiranto

- Setelah diketahui keseragaman dosis sepanjang window MBE tidak homogen, langkah apa yang

dilakukan agar bisa mendapatkan hasil yang homogeny?

Sukaryono

- ✧ *Setelah diketahui bahwa keseragaman dosis sepanjang window tidak homogen langkah yang dilakukan adalah penyempurnaan terhadap system optik.*