

OPTIMASI PARAMETER JARAK VARIASI PROBE ULTRASONIC TEST IMMERSION PADA CLADDING PEB

Refa Artika, Helmi Fauzi R.
Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir, BATAN
Serpong, Banten, Indonesia 15313
refa-artika@batan.go.id, helmi_fauzi@batan.go.id

ABSTRAK

OPTIMASI JARAK PROBE ULTRASONIC TEST IMMERSION PADA CLADDING PEB.

Telah didapat parameter jarak optimum pada pengujian kondisi permukaan kelongsong PEB menggunakan beberapa variasi *probe ultrasonic test immersion*. Penggunaan alat uji ultrasonik khususnya pada kegiatan PIE (*Post irradiation examination*) merupakan salah satu metode pengujian pada tahap uji tak merusak bahan bakar nuklir yang ada di Instalasi Radiometalurgi PTBBN-BATAN. Metode yang dilakukan yaitu membandingkan data sinyal keluaran %FSH (*Full Screen High*) pada variasi jarak tertentu (28 – 42 mm) pada probe IK-5-6, IK-5-10, dan IW-10-6 menggunakan sampel kelongsong PEB dengan kecepatan 6400 m/s. Hasil yang diperoleh pada masing-masing *probe* tersebut mempunyai jarak optimum 32 mm, 38 mm, dan 32 mm terhadap sampel dengan %FSH tertinggi pada *probe* IK-5-6. Sehingga optimasi parameter jarak variasi *probe* terbaik pada kelongsong PEB berjalan normal menghasilkan bahwa *probe* IK-5-6 merupakan *probe* terbaik dalam mengintrepetasikan kondisi permukaan kelongsong PEB jika terdapat cacat/anomali

Kata kunci: PIE, *ultrasonic testing*, *probe*, jarak optimum, *kelongsong* PEB

ABSTRACT

OPTIMIZATION OF DISTANCE OF ULTRASONIC TEST IMMERSION PROBE CLADDING PEB. The optimum distance parameters obtained in testing the surface condition of the PEB cladding using a variety of ultrasonic test immersion probes. The use of ultrasonic testing equipment, especially in PIE activities (Post irradiation examination), is one of the testing methods at the test stage which does not damage nuclear fuel in Radiotherapy Metallurgical Instalation of PTBBN-BATAN. The method used is to compare %FSH (Full Screen High) output signal data at certain distance variations (28 – 42 mm) on IK-56, IK-5-10, and IW-10-6 probes using PEB cladding samples with 6400 m/s velocity. The results obtained are that each of these probes has an optimum distance of 32 mm, 38 mm, and 32 mm against the sample with highest %FSH on the IK-5-6 probe. So that the optimization of the parameters of the variation of probes on the PEB cladding is normal and results in the probes IK-5-6 being the best probe in interpreting the surface conditions of the PEB cladding if there are defects/anomalies.

Key words: PIE, *ultrasonic testing*, *probe*, optimum distance, *PEB cladding*

I. PENDAHULUAN

PIE (*Post Irradiation Examination*) adalah kegiatan pengujian yang dilakukan untuk mengetahui karakteristik dan unjuk kerja bahan bakar nuklir yang telah mengalami iradiasi di dalam reaktor [1-3]. Kegiatan tersebut dilakukan di dalam *hotcell* dan data yang dihasilkan dari pengujian digunakan sebagai umpan balik fabrikasi elemen bahan bakar nuklir. Ada 2 bagian pengujian utama yang dilakukan di dalam *hotcell* yaitu uji tak merusak

(*ultrasonic test, x-ray radiography, eddy current*) dan uji merusak (metalografi, fisika kimia, dan mekanik). Uji tak merusak merupakan tahap awal dan pondasi untuk melakukan pengujian berikutnya di *hotcell*. Uji tak merusak merupakan sebuah metode untuk dapat mendeteksi, menentukan korosi, dan menentukan ukuran dari cacat pada material. Dalam bidang uji tak merusak, X-ray radiografi dan *ultrasonic testing* (UT) merupakan teknik uji tak merusak yang paling sering digunakan untuk mengetahui cacat internal pada benda uji [4].

Optimasi *probe ultrasonic tes immersion* terhadap permukaan kelongsong PEB dibutuhkan untuk memastikan probe mana yang akan optimal menghasilkan data pantulan gelombang ultrasonik yang nantinya akan bermanfaat untuk mengetahui kondisi permukaan sampel PEB tsb. Pengujian *ultrasonic testing* diawali dengan kalibrasi *probe* dan sistem pengukuran ultrasonik untuk memastikan akurasi dan pengulangan pengujian [5]. *Probe* yang digunakan dalam uji *ultrasonic testing* dapat menyebabkan adanya perbedaan dalam parameter seperti panjang fokus, jarak dan lebar, dan penyimpangan sinar. Hal ini tergantung pada jenis dan tipe *probe* yang digunakan. Dalam metode *ultrasonic testing* dengan menggunakan teknik pengujian *water immersion* ada dua jenis *probe* yang digunakan yaitu *probe IW* dan *probe IK* (Pabrikan *Sonotec*). Teknik pengujian *water immersion* sendiri merupakan salah satu teknik pengujian pada *ultrasonic testing*, dimana benda uji dan *probe* dimasukkan ke dalam air pada saat pengujian [6].

Setiap *probe* memiliki kemampuan yang berbeda-beda dalam menentukan anomali yang ada dalam material, salah satunya yaitu jarak optimum *probe* ke material uji. Jarak optimum ini akan mempengaruhi hasil sinyal keluaran yang terjadi. Pada nilai jarak optimum, *probe* akan memberikan *output* berupa sinyal dengan nilai %FSH (*Full Screen High*) tertinggi yang akan digunakan sebagai parameter utama kemampuan dari suatu *probe*, yaitu semakin tinggi nilai %FSH maka kemampuan dari *probe* tersebut untuk mendeteksi adanya cacat dalam material semakin jelas. Oleh karena itu, dilakukan uji parameter *probe water immersion* untuk menentukan jarak optimum *probe* dalam melakukan analisis cacat terhadap sampel *cladding* Plat Elemen Bakar (PEB) tanpa

berfokus pada cacat permukaan yang ada untuk mencari kehandalan *probe* dengan variasi beberapa jenis *probe* yang dimiliki Instalasi radiometalurgi .

II. METODOLOGI

Secara keseluruhan pengujian dilakukan menggunakan peralatan uji ultrasonik yang terdiri dari alat *ultrasonic testing* SONOTEC, bak air pengujian UT, variasi *probe* (IW-10-6, IK-5-6, dan IK-5-10) dan sampel kelongsong Almg yang ditunjukkan oleh **Error! Reference source not found.1**

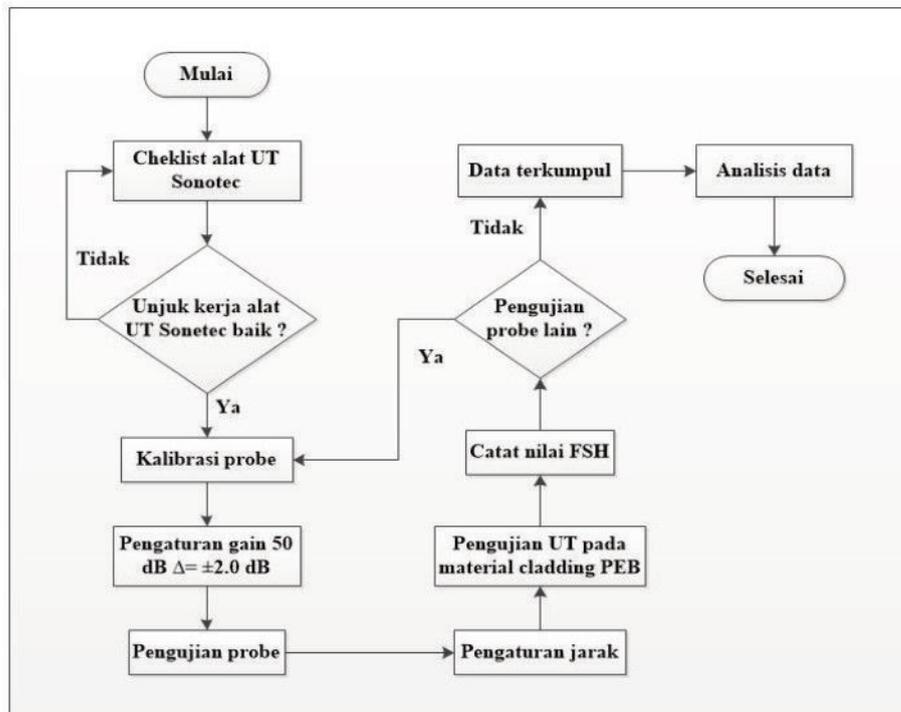


Gambar 1. Alat UT, bak air pengujian UT, dan sampel cladding PEB

Metode pengujian ultrasonik menggunakan teknik *immersion pulse echo* dimana material uji dan *probe* dimasukkan ke dalam air dengan fungsi satu *probe* sebagai *transmitter* - *reciever* pada saat pengujian. Pengujian ini ditujukan untuk mengetahui kehandalan *probe ultrasonic test immersion* untuk mendapatkan sinyal luaran dengan memvariasi jarak antara *probe* ke material uji tanpa berfokus pada pendeteksian cacat yang ada.

Variasi jarak antara *probe* dan benda uji dilakukan untuk menentukan optimasi parameter jarak dari ketiga *probe* yang diuji. Variasi jarak yang dilakukan yaitu dari 28 - 42 mm per 5 mm. Penampil data alat UT sonoscreen digunakan untuk melihat pola gelombang ultrasonik yang terjadi dengan pengaturan nilai intensitas yang sama untuk semua *probe* yang dioptimasi yaitu 50 dB dengan delta perubahan operasi $\Delta = \pm 2,0$ dB. Adapun cepat rambat gelombang (velocity) yang digunakan sebesar 6400 m/s (material Al). Data yang tercatat adalah variasi jarak (mm) dari material uji ke *probe* dan nilai FSH

(*Full Screen High*) (%). Jarak optimum didapat dari tinggi FSH maksimum [6]. Adapun diagram alir pengambilan data dapat dilihat pada 02.



Gambar 2. Diagram alir pengambilan data

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Adanya beberapa jenis *probe* yang dimiliki laboratorium dalam pengujian ultrasonik, maka dibutuhkan data optimasi jenis *probe* terhadap sebuah sampel tertentu yang dalam hal ini dilakukan terhadap *cladding* plat elemen bakar. Pada Tabel 1. menunjukkan spesifikasi *probe* yang akan dioptimasi unjuk kerjanya.

Tabel 1. Spesifikasi variasi *probe* laboratorium NDT IRM [7].

Spesifikasi	IK 5 - 6	IK 5 - 10	IW 10 - 6
Casing material	Stainless steel	Stainless steel	Stainless steel
Bandwidth (-6dB)	Approx. 80 %	Approx. 80 %	Approx. 80 %
Connector	Lemo HVR 03	Lemo HVR 03	Lemo HVR 03
Operating Temperature	+10 to +40 °C	+10 to +40 °C	+10 to +40 °C
Medium resistance	Water	Water	Water
Contact Face	9,5 mm	13 mm	9,5 mm
Center Frequency	5 Mhz	5 Mhz	10 Mhz
Tranducer Dimension	6 mm	10 mm	6 mm

Dalam penelitian ini, optimasi probe alat Ultrasonik tes menggunakan bahan cladding Almg2 (segar) dengan panjang ± 625 mm, lebar $\pm 70,75$ mm, dan tebal $\pm 1,3$ mm. Adapun pemilihan bahan Almg2 dibandingkan dengan AlmgSi sebagai bahan optimasi adalah faktor unsur paduan yang hanya terdiri dari 2 unsur dengan unsur dominan Al, sehingga dalam penentuan cepat rambat gelombang pada material (*velocity*) lebih mudah dalam menentukan besarnya [8]. Aspek lain dalam optimasi ini yaitu faktor pemfokusan ultrasonik (*near field*), dimana hal ini bertujuan mengurangi efek geometri atau pun noise yang timbul dari kondisi sekitar *probe*, sehingga diperlukan nilai *near field* dari setiap *probe* [9]. Berikut formulasi perhitungan *near field* suatu *probe* dan hasil dari perhitungan nilai *near field* ketiga *probe* yang ditunjukkan pada Tabel 2.

$$N = \frac{D^2}{4\lambda} = \frac{D^2 f}{v} \quad (1)$$

Keterangan;

N = panjang *near field* (mm)

D = diameter dari transduser (*probe*) (mm)

v = cepat rambat gelombang suara di materi (m/s)

f = frekuensi (Hz)

Tabel 2. Nilai besaran *near field* variasi transduser (*probe*)

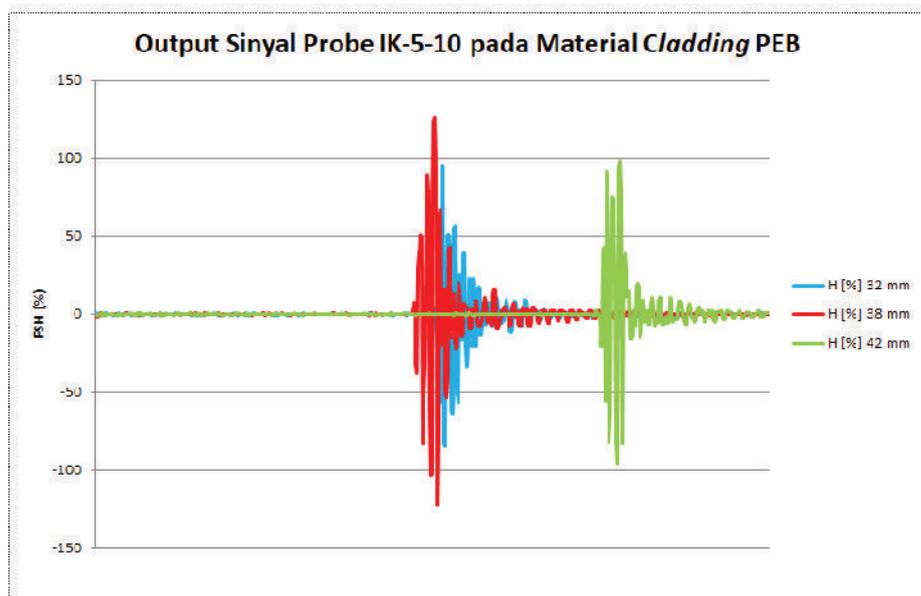
Transduser (Probe)	Nilai Near Field
IK – 5 - 6	6,8 mm
IK – 5 - 10	18,7 mm
IW – 10 - 6	14,0 mm

Bedasarkan data *near field* terhadap penggunaan sampel material kelongsong PEB yang didapat, menunjukkan bahwa probe IK-5-6 menghasilkan nilai terendah yang berarti *probe* tersebut sudah bias optimum dijarak lebih dari 6,8 mm. selanjutnya akan ditampilkan pengukuran variasi jarak dari ketiga jenis *probe* yang digunakan sebagai optimasi, berikut merupakan hasil data dari *probe* IK-5-10 yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data resume hasil pengukuran pada *probe* IK-5-10

Probe IK-5-10	50 dB $\Delta=\pm 2.0$ dB
Jarak (mm)	FSH/ Amplitudo (%)
32	94.85715
38	125.7143
42	91.42857

Mekanisme pengolahan sinyal gelombang ultrasonik teknik *immersion pulse echo probe* IK – 5 – 10 ditunjukkan pada Gambar 3 dibawah ini.

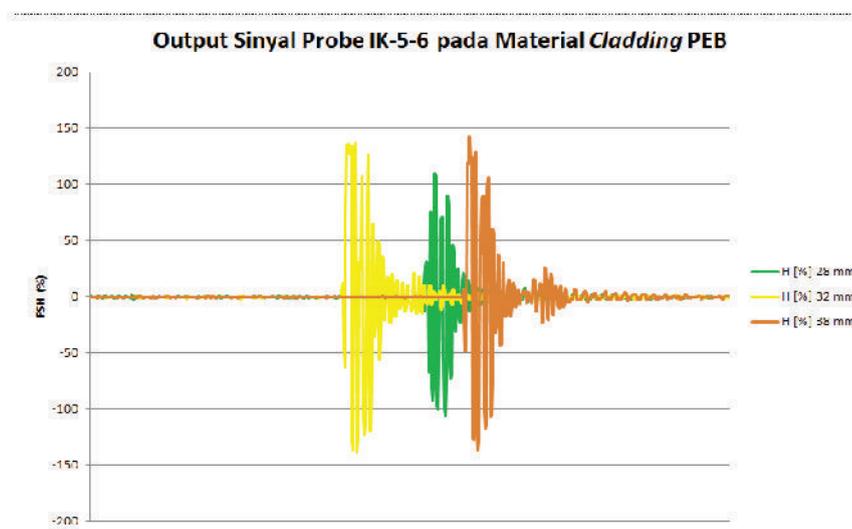
Gambar 3. Output sinyal *probe* IK-5-10

Dari Gambar 3 dapat dijelaskan bahwa pada jarak material ke *probe* 38 mm menghasilkan sinyal keluaran lebih tinggi dari pada kedua jarak lainnya yaitu pada 32 mm dan 42 mm. Dari hasil sinyal luaran ini pula didapat bahwa jarak optimal untuk menguji material kelongsong PEB dengan menggunakan *probe* IK-5-10 yaitu dengan jarak 38 mm dari material uji ke *probe*. Adapun nilai 125 %FSH menerangkan bahwa pada pengaturan intensitas 50 dB melebihi batas range pembacaan display alat UT. Maka dari itu untuk menentukan nilai 125 %FSH didapatkan dari hasil olah data alat UT yang dikonversikan menjadi data Ms. Excel untuk selanjutnya dapat diketahui nilai %FSH dari titik tertinggi. Untuk penggunaan *probe* lainnya yaitu *probe* IK-5-6 yang masih merupakan *probe* immersion menghasilkan data seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Data hasil pengukuran pada *probe* IK-5-6

Probe IK-5-6	50 dB $\Delta=\pm 2.0$ dB
Jarak (mm)	FSH/ Amplitudo (%)
28	109.1429
32	135.4286
38	89.71429

Mekanisme pengolahan sinyal gelombang ultrasonik teknik *immersion pulse echo probe* IK – 5 – 6 ditunjukkan pada Gambar 4 dibawah ini.

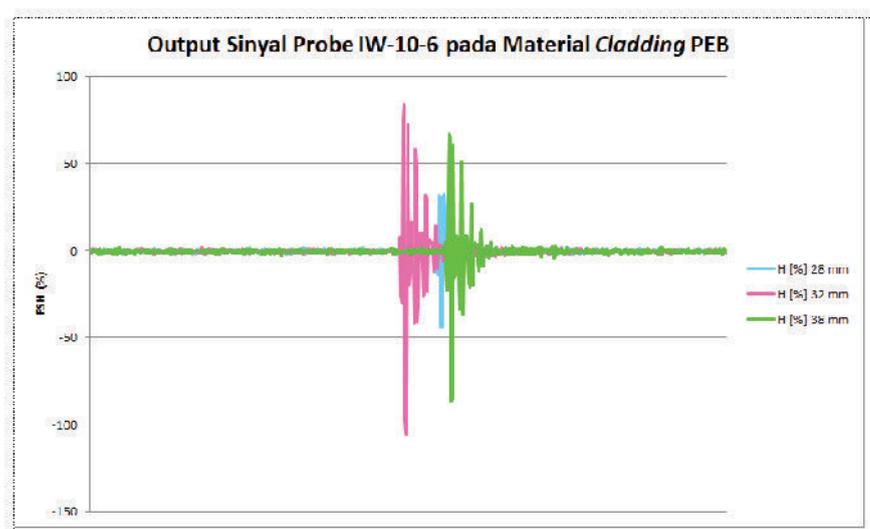
Gambar 4. *Output* sinyal *probe* IK-5-6.

Hasil nilai jarak optimum pengujian pada material kelongsong PEB didapatkan pada jarak 32 mm merupakan jarak optimum untuk *probe* IK-5-6. Pada jarak 32 mm menghasilkan nilai FSH yang tinggi dibandingkan pada dua jarak lainnya. Adapun nilai 135 %FSH menerangkan bahwa pada pengaturan intensitas 50 dB melebihi batas range pembacaan display alat UT. Maka dari itu untuk menentukan nilai 135 %FSH didapatkan dari hasil olah data alat UT yang dikonversikan menjadi data Ms. Excel untuk selanjutnya dapat diketahui nilai %FSH dari titik tertinggi. Untuk pengujian pada *probe* IW-10-6 dihasilkan data hasil pengujian pada Tabel 5 dengan sinyal keluaran seperti pada Gambar 5.

Tabel 5. Data hasil pengukuran pada *probe* IW-10-6

Probe IW-10-6	50 dB $\Delta=\pm 2.0$ dB
Jarak (mm)	FSH/ Amplitudo (%)
28	32.57143
32	84
38	66.85715

Mekanisme pengolahan sinyal gelombang ultrasonik teknik *immersion pulse echo probe* IW – 10 – 6 ditunjukkan pada Gambar 5.

Gambar 5. Output sinyal *probe* IW-10-6

Hasil sinyal keluaran dari *probe* IW-10-6 diketahui jarak optimum adalah pada jarak 32 mm. Pada jarak ini sinyal keluaran yang dihasilkan nilai FSH maksimum yaitu sebesar 84 %FSH. Pengukuran pada tiap-tiap *probe* menggunakan nilai gain yang sama tanpa ada perubahan dimana gain yang digunakan sebesar 50 dB dengan $\Delta = \pm 2.0$ dB. Jarak optimum untuk tiap *probe* menghasilkan nilai %FSH yang berbeda dikarenakan perbedaan dari jenis *probe* itu sendiri ditinjau dari spesifikasinya. Nilai ini juga dapat disebabkan dari adanya faktor luar ketika melakukan pengukuran seperti kondisi air yang digunakan atau posisi *probe* yang kurang tegak lurus.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian diketahui kondisi optimum jarak *probe* untuk ketiga *probe immersion* berbeda. Untuk *probe* IK-5-10 diketahui jarak optimum antara

material ke *probe* adalah 38 mm yang menghasilkan sinyal keluaran sebesar 125,7143 %. *Probe* IK-5-6 jarak optimum pada 32 mm menghasilkan FSH sebesar 135,4286 %. Sedangkan untuk *probe* IW-10-6 jarak optimum yang menghasilkan FSH maksimum yaitu pada jarak 32 mm dengan FSH sebesar 84 %. Hasil optimasi dari ketiga *probe* tersebut menunjukkan dengan nilai pengaturan intensitas sebesar 50 dB dan kecepatan material 6400 m/s terhadap sampel cladding PEB, di dapat nilai tertinggi 135,4286 % FSH, jarak 32 mm dari sampel pada *probe* IK-5-6. Maka *probe* jenis ini mempunyai kemampuan lebih baik dalam menginterpretasikan kondisi permukaan kelongsong PEB ketika terdapat cacat/anomali dimana nantinya ketika terdeteksi cacat nilai penurunan FSH akan terlihat dengan jelas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Nampira, S. Ismarwanti, A. Sufmawan, dan K. Mustofa, "Pemanfaatan Gama Spektrometri untuk Pengamatan Distribusi Pembelahan dalam Pelet Elemen Bakar Nuklir," *Urania*, Vol. 20, No. 2, hal. 84-91, 2014
- [2] Y. Nampira, S. Ismarwanti, H. F. Rahmatullah, and K. Mustopa, "Non destructive test nuclear fuel U₃Si₂/Al 4,8 g U/cm³ post irradiation with 60% burn up research reactor," in *Hotlab Conference*, 2016, pp. 1–10.
- [3] V. Kumar, *Nuclear Fuel Cycle*. Mumbai : Bhabha Atomic Research Center, 2007.
- [4] M. Willcox dan G. Downwes, "A Brief Description of NDT Techniques," Bedford, *Insigth NDT*, 2003, hal. 21
- [5] C. E. R. Silva, A. V. Alvarenga, R. P. B. Costa, Felix, "Ultrasonic Immersion *Probe* Characterization for Use in Non-Destructive Testing According to EN 12668-2:2001," *Journal of Physics: Conference Series* 279, 2011
- [6] M.Fauzi, dkk, "Analisis Cacat Blister pada Kelongsong Bahan Bakar U₃Si₂/Al menggunakan ultrasonic Test," *Urania*, Vol. 23, No. 3, hal. 139-204, 2017.
- [7] Sonotec. (2009). *Catalouge of Probe*. Halle: Sonotec
- [8] A. B. Ginting, Supardjo, Yanlinastuti, D. Anggraini, and Boybul, "Karakterisasi paduan AlMgSi untuk kelongsong bahan bakar U₃Si₂/Al," *Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir Urania*, vol. 24, no. 1, pp. 27–38, 2018.

- [9] Ginzel, E. (2014). *Near Field and Focusing Consideration with Wedges*. Ontario: Materials Research Institute.
- [10] Umardani, Y. (2016). *X-Ray Fluorescence*. Yogyakarta: LPPT UGM.