

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

III.1 Alat Dan Bahan

III.1.1 Alat

Dalam penelitian ini alat-alat yang digunakan adalah :

1. Generator Neutron
2. Spektrometri- γ NaI(Tl)
3. Alat uji kekerasan
4. Alat uji tarik

III.1.2 Bahan

1. Bahan Al-2024T3

Bahan tersebut mempunyai komposisi sebagai berikut [Ⓞ]:

Cu = 4,5 %

Mg = 1,5 %

Mn = 0,5 %

Al = balance

Tembaga merupakan elemen utama dalam paduan ini. Untuk mendapatkan sifat yang optimum, umumnya memerlukan proses perlakuan pelarutan (solution treatment). Untuk menyatakan perlakuan mekanik, dicantumkan juga huruf yang menyatakan perlakuan

yang dialami. Tanda- T3 menyatakan pengerasan regangan setelah perlakuan pelarutan.

2. Keping Al standar

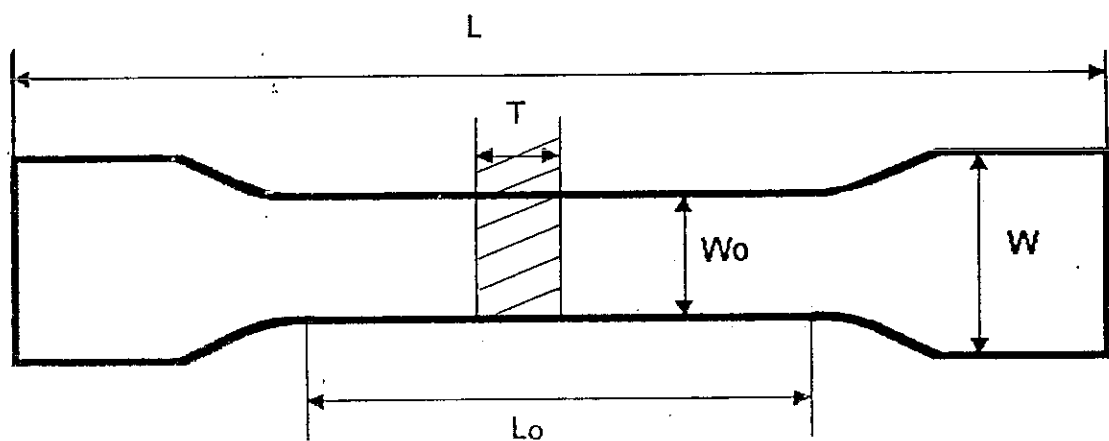
Material Datasheet

Thickness : 0,30 inch, diameter : 1 inch, purity : 99,963 %

3. Sumber standar (Eu^{152} , Co^{60} , Cs^{137})

III.2 Penyiapan Spesimen

Lembaran Al-2024T3 dibentuk menjadi potongan uji tarik dengan ukuran seperti yang disajikan pada gambar 3.1

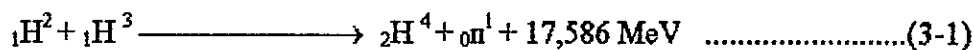


$$W = 9 \text{ mm} \quad L = 62 \text{ mm} \quad L_0 = 14 \text{ mm} \quad W_0 = 3 \text{ mm} \quad T = 4 \text{ mm}$$

Gambar 3.1 Skema Potongan spesimen uji tarik Al-2024T3

III.3 Generator Neutron

Generator neutron merupakan salah satu jenis dari akselerator partikel berenergi rendah, yang dapat menghasilkan neutron cepat berenergi 14 MeV. Agar dapat dihasilkan neutron, partikel-partikel dari sumber ion dipercepat dengan energi tertentu dan kemudian ditembakkan pada suatu sasaran yang dapat menghasilkan neutron cepat. Dengan menggunakan reaksi ${}^3\text{H}(d,n){}^4\text{He}$ dan energi 150 KeV, maka dapat dihasilkan neutron energi tunggal sebesar 14 MeV. Proses produksi neutronnya dicapai dengan reaksi seperti tersebut dibawah ini:



($E_n = 14 \text{ MeV}$ pada sudut hamburan $\varnothing = 0^0$)

Generator neutron yang digunakan dalam penelitian ini adalah Generator Neutron SAMES tipe J 25 - 150 KV yang terdiri dari beberapa perangkat utama, antara lain sumber ion, tegangan tinggi Cockroft Walton, tabung pemercepat, sistem hampa, inti sasaran, serta sistem kendali.

III.3.1 Sumber Ion

Sumber ion yang digunakan pada generator neutron SAMES adalah sumber ion tipe RF (radio frekuensi) yang bekerja dengan menggunakan gelombang

elektromagnetik untuk menghasilkan ion-ion (ion positif). Adapun pada sumber ion ini terdapat beberapa bagian,

- a. Lilitan yang berfungsi sebagai osilator untuk mengionisasi gas deuterium sehingga dihasilkan ion-ion positif dan negatif.
- b. Probe anoda sebagai ekstraktor (penolak) ion positif agar ion-ion tersebut keluar dari tabung sumber ion.
- c. Kumputan magnet sebagai sumber medan magnet aksial sehingga lintasan ion-ion positif akan berbentuk spiral dan memperbesar kemungkinan terjadinya ionisasi gas deuterium dalam tabung sumber ion.
- d. Lensa pemfokus untuk memfokuskan ion-ion positif yang keluar dari tabung sumber ion agar didapatkan berkas ion yang sejajar, mengingat sifat ion sejenis yang saling menolak sehingga bergerak menyebar jika tidak difokuskan.

III.3.2 Sumber Tegangan Tinggi Cockroft Walton

Sumber tegangan tinggi berfungsi untuk menghasilkan tegangan tinggi arus searah. Untuk itu digunakan transformator bertegangan tinggi 30 KV serta diode dan kapasitor untuk menghasilkan penguatan bertingkat sampai tegangan tinggi yang diinginkan tercapai. Generator tegangan tinggi C-W memberikan tegangan keluaran 150 KV dengan arus diatas 2 mA.

III.3.3 Tabung Pemercepat

Tabung pemercepat pada generator neutron ini berfungsi untuk mempercepat dan memfokuskan ion-ion yang dihasilkan oleh sumber ion, sehingga ion-ion yang mengenai inti membentuk berkas sejajar.

III.3.4 Sistem Hampa

Sistem hampa pada generator neutron berfungsi untuk mencegah terjadinya tumbukan antara ion-ion positif yang dihasilkan sumber ion dan atomatom gas sisa. Tumbukan yang terjadi antara gas sisa akan menyebabkan ionisasi gas, dimana ion negatif hasil ionisasi akan bergerak berlawanan arah dengan arah gerak deuteron. Jika ion negatif ini mengenai terminal akan timbul sinar-x yang tidak diharapkan. Pompa vakum yang digunakan adalah pompa difusi dan rotari.

III.3.5 Inti Sasaran

Inti sasaran adalah bahan yang diharapkan dapat menghasilkan neutron dengan fluks tinggi ketika berinteraksi dengan deuterium. Inti sasaran diharapkan memiliki umur paro yang panjang, mempunyai kelimpahan neutron yang tinggi, tidak banyak menyerap neutron, serta mempunyai bentuk matriks yang dapat meminimal atenuasi neutron.

Pada generator neutron SAMES dipakai tritium sebagai sasaran utama yang diendapkan pada titanium (Ti) sebagai sasaran perantara.

III.3.6 Sistem Kendali

Sistem kendali digunakan agar operator bisa memantau dan mengendalikan generator sesuai dengan kondisi yang diinginkan. Agar operator aman dari kemungkinan radiasi neutron, sistem kendali diletakkan pada ruangan yang terpisah dari generator. Sistem kendali dilengkapi dengan monitor televisi, sehingga bila terjadi kelainan operasi, operator dapat segera mengetahui.

III.4 Iradiasi Bahan Al-2024T3 Dan Al Standar

Bahan Al-2024T3 dan Al standar diiradiasi secara bersama-sama, bahan tersebut diletakkan menempel pada sasaran.

Generator neutron yang digunakan dalam proses iradiasi adalah generator neutron tipe J 25 - 150 KV buatan SAMES Perancis. Adapun skema generator neutron disajikan pada gambar 3.2.

A: Sistem Kendali

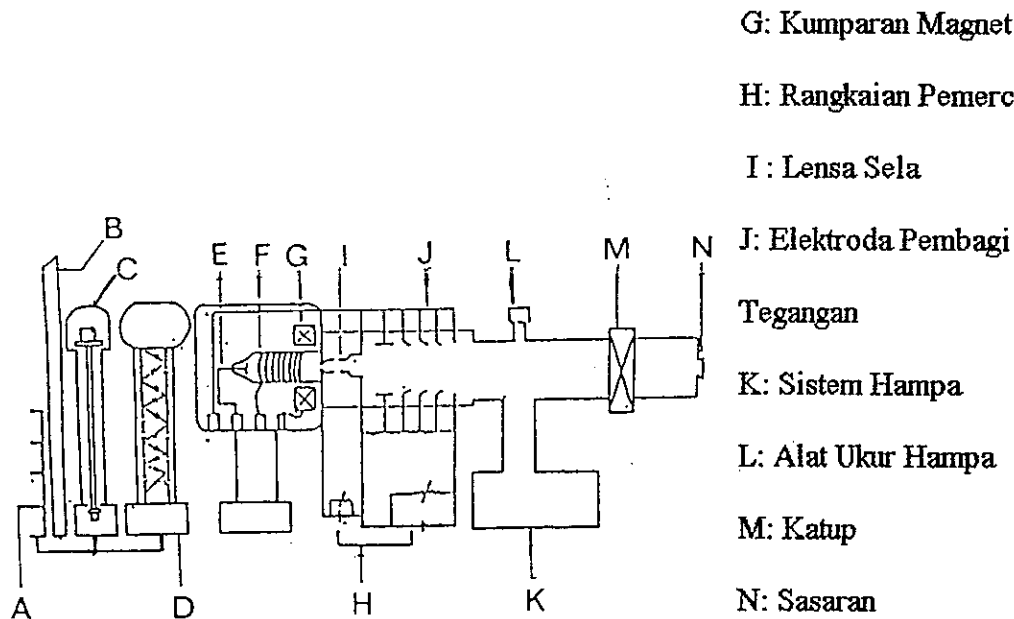
B: Perisai Radiasi (tembok)

C: Motor Generator

D: Generator C-W

E: Probe

F: Sumber Ion



Gambar 3. 2 Skema Generator Neutron tipe J 25 - 150 KV

Generator neutron tersebut menghasilkan neutron cepat yang diperoleh dari inti sasaran tritium sebagai sasaran yang ditembaki dengan isotop deuterium. Adapun prinsip kerja dari generator neutron adalah sebagai berikut, dalam sumber ion, gas deuterium mengalami ionisasi oleh osilator radio frekuensi. Ion positif yang dihasilkan akan mengalami penolakan oleh tegangan ekstraktor dan melalui saluran sempit diarahkan ke dalam tabung pemercepat oleh medan listrik dan di fokuskan dalam bentuk berkas ion menuju inti sasaran. Ion tersebut memiliki energi kinetik yang cukup tinggi, sehingga apabila terjadi tumbukan antara deuterium dengan inti sasaran akan terjadi interaksi nuklir yang menyebabkan keluarnya partikel neutron dari sasaran dengan energi yang cukup tinggi. Tekanan udara di dalam sumber ion sekitar 10^{-02} mmHg dan selama operasi tekanan tabung pemercepat harus dipertahankan antara 10^{-05} - 10^{-06} mmHg.

Tekanan dan kehampaan serendah tersebut dapat diperoleh dengan menggunakan pompa rotari dan pompa difusi.

Hasil dari proses iradiasi tersebut dicacah dengan menggunakan spektrometri gamma NaI(Tl).

Untuk suatu perangkat spektrometri- γ perlu dilakukan kalibrasi energi untuk mencari hubungan nomor salur dan energi pada perangkat spektrometri- γ dengan cara mencacah suatu sumber radioaktif standar yang sudah diketahui energinya dengan tepat. Sumber standar yang sering digunakan dalam kalibrasi energi maupun kalibrasi efisiensi adalah Eu^{152} . Sumber standar ini memiliki puncak energi sinar- γ dari energi yang rendah sampai energi yang tinggi. Setiap puncak energi tersebut terletak pada nomor salur tertentu dan memiliki harga Yield tertentu juga.

III.5 Sistem Deteksi Radiasi

Suatu sistem deteksi radiasi paling tidak harus terdiri dari detektor, penguat awal, penguat utama, penganalisis dan pencatu daya tegangan tinggi yang sesuai dengan kondisi kerja detektor.

III.5.1 Detektor NaI(Tl)

Detektor NaI(Tl) terbuat dari kristal tunggal natrium iodida yang telah dikotori dengan sedikit talium. Sinar- γ mengenai bahan sintilator akan

berinteraksi dan menyerahkan sebagian atau seluruh energinya sebagai energi gerak elektron melalui proses efek fotolistrik, hamburan Compton, atau pembentukan pasangan. Selanjutnya elektron akan menyerahkan energinya melalui proses ionisasi atau penguasaan atom NaI(Tl). Sebagian besar energi yang diserap ini akan dilepaskan sebagai panas, namun sebagian yang lain akan dilepaskan sebagai foton cahaya kelipan yang sebanding dengan energi- γ yang mengenai detektor.

Kelipan cahaya yang dihasilkan ini sangat kecil, sehingga perlu diperkuat dengan menggunakan tabung pengganda foton (photonmultiplier tube) dengan orde penguatan mencapai 10^7 sebelum dikeluarkan untuk dimasukkan pada peralatan berikutnya. Detektor NaI(Tl) mempunyai efisiensi yang tinggi dibanding detektor- γ yang lain.

III.5.2 Pencatu Daya Tegangan Tinggi

Pencatu daya tegangan tinggi menyediakan tegangan yang sesuai dengan daerah kerja detektor yang digunakan. Pencatu daya tegangan tinggi dirancang sehingga didapatkan keluaran yang relatif stabil, meskipun masukannya mengalami perubahan. Detektor NaI(Tl) bekerja pada tegangan 600 volt.

III.5.3 Penguat Awal

Penguat awal merupakan penguat sinyal, dengan fungsi :

- a. Melakukan amplifikasi awal terhadap pulsa keluaran detektor.

- b. Membentuk pulsa pendahuluan.
- c. Mencocokkan impedansi detektor dengan kabel sinyal masuk ke penguat.
- d. Merubah muatan menjadi tegangan pada pulsa keluaran detektor.

Selain itu penguat awal juga berfungsi untuk menurunkan nisbah derau terhadap sinyal.

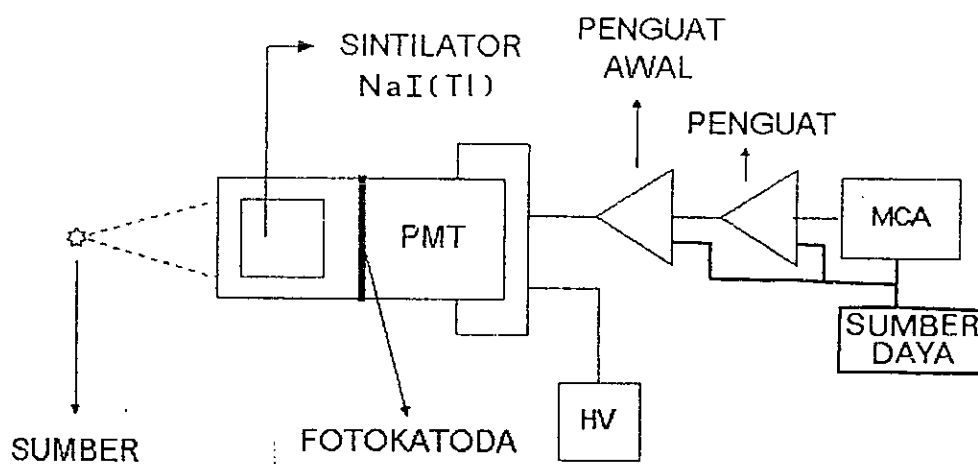
III.5.4 Penguat Utama

Penguat utama memiliki fungsi utama memperkuat sinyal dan memberi bentuk pulsa. Penguatan tegangan dilakukan hingga mencapai amplitudo yang sesuai dengan peralatan elektronik berikutnya. Linieritas penguatan merupakan syarat yang harus dipenuhi oleh suatu penguat.

Bentuk pulsa keluaran penguat utama ditentukan antara lain dengan pertimbangan besarnya nisbah gangguan terhadap sinyal dan kemampuan kerja instrumen berikutnya.

III.5.5 MCA

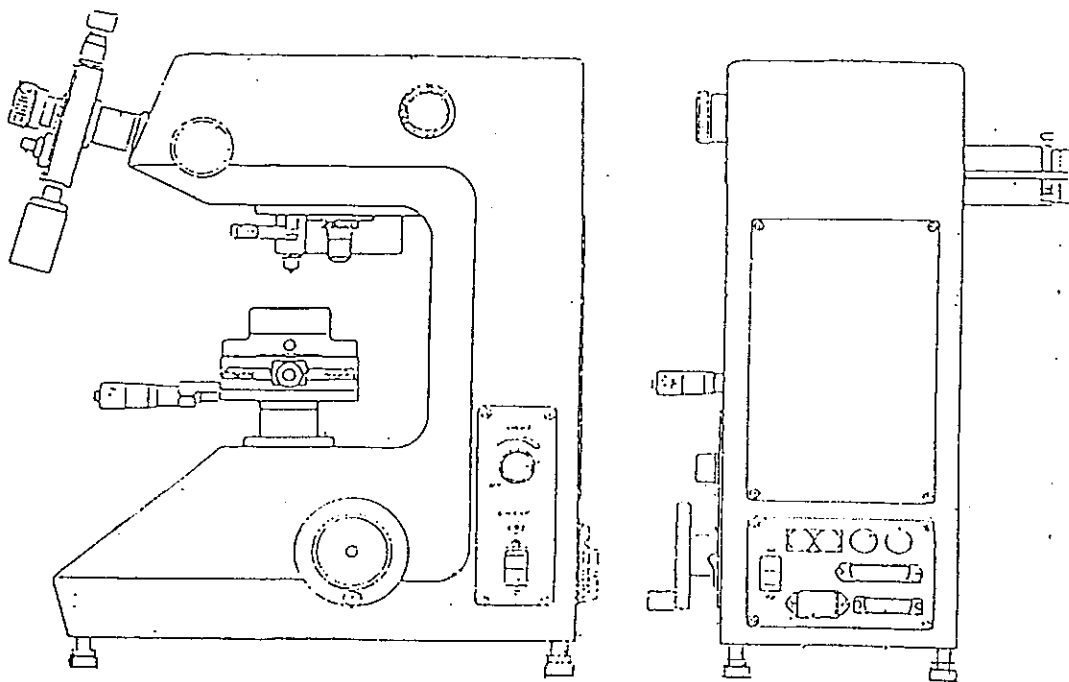
Pada dasarnya, Multi Channel Analyzer (MCA) adalah komputer yang dilengkapi dengan Accuspec. Operasinya didasarkan pada prinsip konversi sinyal analog menjadi bilangan digital yang setara. Pada MCA akan mencatat distribusi tinggi pulsa (spektrum energi) dan cacah yang masuk ke sistem deteksi radiasi.



Gambar 3.3 skema diagram blok sistem deteksi radiasi- γ

III.6 Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan mikro Al-2024T3 dilakukan dengan menggunakan "Digital Type Microhardness Tester MX T 70" merk Matsuzawa milik PAU-UGM. Gambar peralatan uji kekerasan mikro disajikan pada gambar 3.4



Gambar 3.4 Digital Microhardness Tester MX T 70

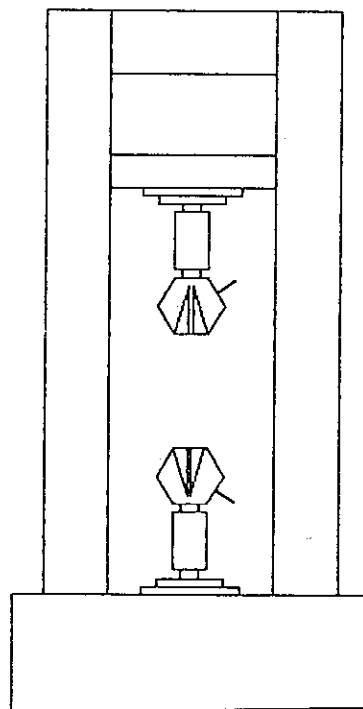
Langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut :

- a. Spesimen ditempatkan di bawah mikroskop dan dipilih permukaan yang benar-benar halus.
- b. Memasang indenter piramida intan, memberikan beban 100 gf dan memilih waktu uji 15 detik dengan menekan tombol yang sesuai (tombol *ent*). Menekan tombol *cl* untuk membersihkan data pembacaan angka kekerasan sebelumnya. Indenter dilepaskan dengan menekan tombol *load*. Ditunggu sampai indenter kembali ke atas.
- c. Mengganti indenter dengan lensa obyektif perbesaran 40 kali (disini okuler mempunyai perbesaran 10 kali sehingga perbesaran total adalah 400 kali).

- d. Bekas setiap tindikan penetrator diamati dengan optical head dengan menempatkan posisi dua buah garis sejajar pada ujung-ujung diagonal bekas indentasi.
- e. Dengan menekan tombol *read* maka prosesor data menampilkan angka kekerasan.

III.7 Uji Kekuatan Tarik

Pada pengujian kekuatan tarik Al-2024T3 dilakukan dengan menggunakan "SFM SMART-1 TEST SYSTEM" merk UNITED milik PAU-UGM, dengan skema yang disajikan pada gambar 3.5



Gambar 3.5 Skema Alat Uji Tarik

“ SFM SMART-1 TEST SYSTEM”

Langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut :

- a. Spesimen dipasang pada penjepit beban.
- b. Kemudian menyetel peralatan dengan kondisi sebagai berikut:
 1. Direction tension
 2. Automatic (Stop)
 3. Linear units (mm)
 4. Force units (Kg)
 5. Area Comp (On)
 6. Cycling (Off)
 7. Test speed (2.540 mm/MIN)
 8. Return speed (100 mm/MIN)
 9. Preload (0.200 Kg)
 10. Setup scales (cap = 13608 Kg)
- c. Kemudian dimasukkan data-data panjang, lebar dan tebal spesimen.
- d. Dengan menekan tombol test, spesimen akan dikenai beban tarikan sampai spesimen tersebut putus.
- e. Pada layar komputer akan menampilkan grafik kurva tegangan versus regangan.