

BAB II LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Proses pelapisan plastik ABS dengan menggunakan *electroless nickel plating* ada beberapa aspek yang harus diperhatikan antara lain, ketebalan lapisan, tingkat kecerahan suatu lapisan dan kekerasan bahan setelah proses pelapisan. Dari beberapa penelitian sebelumnya, variasi waktu aktivasi katalis palladium akan mempengaruhi hasil dari *electroless*. Semakin lama aktivasi waktu pencelupan maka hasil yang diperoleh memiliki karakteristik fisik dan mekanik yang berbeda.

Santhiarsa (2016) penelitian yang berjudul “Pengaruh Temperatur Larutan dan Waktu Pelapisan *Elektroless* Terhadap Ketebalan Lapisan Metal di Permukaan Plastik ABS” meneliti bahwa bahan plastik mempunyai banyak keunggulan diantaranya kuat, mudah dibentuk, ringan, tahan terhadap kimia dan anti karat. Disamping itu plastik juga memiliki kekurangan yaitu kemampuannya untuk tahan gores dan kekerasan yang rendah. Penelitian ini dilakukan dengan proses metalisasi plastik dengan metode *electroless plating* dan menggunakan plastik ABS sebagai bahan yang dilapisi dengan temperatur, 30⁰C, 40⁰C dan 50⁰C serta waktu *elektroless* 5 menit, 10 menit, dan 15 menit. Pengujian yang dilakukan adalah pengukuran ketebalan hasil lapisan. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa temperatur dan waktu pada proses *electroless plating* berpengaruh terhadap ketebalan lapisan, dimana pada temperatur 50⁰C dan waktu elektroless 15 menit didapat hasil ketebalan paling tinggi sebesar 3,83 μm. Penelitian tersebut berfokus pada ketebalan yang dihasilkan. Pada penelitian tersebut tidak menunjukkan struktur permukaan dan ketebalan menggunakan *scanning electron microscope (SEM)* sehingga tidak dapat perbedaan ketebalan dari masing-masing variasi yang dihasilkan.

Mujiarto (2005) *Acrylonitril butadiene styrene (ABS)* merupakan salah satu polimer organik pembentuk yang terdiri dari tiga monomer pembentuk diantaranya *Acrylonitril butadiene* dan *styrene*. Ketiga monomer tersebut

memberikan sifat tahan terhadap bahan kimia, stabil terhadap panas dan sifat ketahanan pukul. Beberapa *grade* ABS ada juga yang memiliki karakteristik yang bervariasi, dari kilap tinggi sampai rendah dan dari yang mempunyai *impact resistance* tinggi sampai rendah.

Yuniati (2010) melakukan penelitian, bahwa daya lekat antara plastik dengan logam pelapisnya sangat bergantung pada tahap etsa, tahap netralisasi, tahap aktivasi serta tahap *elektroless*. Aktivasi merupakan bagian paling penting dari proses *elektroless* dimana pada tahap ini terjadi pengendapan partikel-partikel kecil dari logam palladium. Fungsi dari palladium adalah logam pengaktif pada permukaan plastik yang terjadi pada tahap *elektroless* sehingga plastik dapat bersifat konduktif. Dalam penelitiannya dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi palladium *chlorida* dan konsentrasi larutan *stannous chlorida* pada tahap aktivasi untuk proses *elektroless nikel* pada plastik ABS. Hasil penelitian dapat dilihat kondisi operasi optimal tahap aktivasi untuk plastik ABS adalah dengan melarutkan larutan *stannous chlorida* dengan konsentrasi 10g/l selama 3 menit dan palladium *chlorida* dengan konsentrasi 0,5g/l selama 3 menit dimana logam palladium pada tahap aktivasi menempel dengan baik pada permukaan plastik ABS.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Akrilonitril Butadiena Stirena (ABS)

ABS termasuk kedalam material plastik dengan jenis *thermoplastic* yang tersusun dari tiga jenis monomer hasil dari *acrylonitrile*, *butadiene* dan *styrene*. Dengan rumus kimia $(C_8H_8)_x (C_4H_6)_y (C_3H_3N)_n$ Komposisi dari tiga jenis monomer ini dapat bervariasi dari 15% - 35% *acrylonitril*, 5% - 30% *butadiena*, 40% - 60% *styrena*, dan kandungan monomer atau polimer lainnya. *Akrilonitril* bersifat stabil terhadap panas dan tahan terhadap bahan kimia, *butadiena* bersifat dapat memberikan perbaikan dalam sifat liat dan sifat ketahanan pukul dan *stirena* menjamin kekakuan (*rigidity*) dan dapat mudah diproses. Plastik ABS dapat dicetak untuk menghasilkan bentuk yang diinginkan dengan cara *injection molding* dan dapat *dielektroless* terlebih dahulu dilakukan tahap metalisasi.

Plastik ABS merupakan jenis plastik yang mempunyai faktor keberhasilan untuk *diplating* lebih besar, hal ini dikarenakan mudahnya plastik ABS di etsa secara kimiawi. Kondisi tersebut berpengaruh pada tingginya tingkat daya lekat (*adhesive*) lapisan logam yang menempel pada permukaan plastik. Secara umum plastik ABS mempunyai sifat keras, liat, kaku, tahan terhadap bahan kimia, memiliki kilap permukaan yang baik serta biaya proses yang rendah. Karena memiliki sifat seperti itu, plastik ABS sering digunakan dalam tujuan *dekoratif-protektif* logam seperti pada Gambar 2.1. Banyak aplikasi penggunaannya dalam berbagai bidang, seperti berikut ini :

1. Peralatan rumah dan bangunan, misalnya : kran air, handle pintu, *sanitary ware*, bak air dan lain-lain.
2. Komponen otomotif, misalnya : body kaca spion, bumper, *horn grill*, radiator grill, reflektor lampu dan lain-lain.
3. Peralatan elektronik, misalnya : plastik knob, *remote control*, body dispenser, body AC, kipas angin dan lain-lain.



Gambar 2.1. Produk hasil pelapisan logam pada plastik ABS

(Wahyudi, 2012)

2.2.2. Logam Pelapis

Logam pelapis merupakan bahan utama dalam proses pelapisan logam pada plastik ABS. Logam pelapis yang akan digunakan pada pelapisan plastik ABS adalah nikel. Penambahan logam pelapis ini berguna untuk menambah kekuatan fisik dari plastik ABS dan menambah mekanis dari plastik ABS (Zohari, 2013).

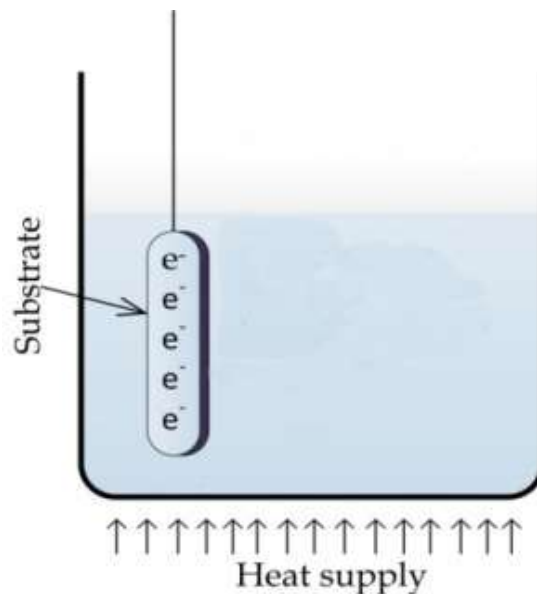
Nikel merupakan logam yang paling sering digunakan pada industri material, kimia dan pelapisan logam, Karena nikel mempunyai karakteristik - karakteristik yang unik seperti ketahanannya terhadap oksidasi, tidak berubah sifatnya bila terkena udara, kemampuannya untuk mempertahankan sifat-sifat aslinya di bawah suhu yang ekstrim, sifatnya yang fleksibel, tahan korosi. Nikel yang berwarna putih keperak-perakan, berkristal halus, sehingga bila dipoles dan sebagai lapis lindung akan kelihatan tampak rupa yang indah dan mengkilap.

Selain memiliki sifat dan karakteristik tertentu. Nikel juga memiliki Sifat kimia yang unik, yaitu:

1. Bereaksi dengan H_2S menghasilkan endapan hitam.
2. Tidak beraksi dengan basa alkali.
3. Jika bereaksi dengan HCl encer dan asam sulfat encer, reaksi berlangsung lambat.
4. Jika bereaksi dengan Cl_2 membentuk Klorida ($NiCl_2$).
5. Jika bereaksi dengan steam H_2O membentuk Oksida NiO.
6. Jika dibakar, reaksi berlangsung cepat membentuk oksida NiO.
7. Pada suhu kamar, reaksi dengan udara lambat.

2.2.3. *Electroless Plating*

Proses *electroless plating* adalah proses *plating* yang tidak menggunakan listrik dalam proses pelapisannya. Pelapisan yang terjadi karena adanya reaksi reduksi dan oksidasi pada permukaan spesimen, sehingga terbentuk lapisan logam yang berasal dari garam logam tersebut. Karena tidak menggunakan bantuan arus listrik dalam pertukaran *electron*, proses pelapisan yang terjadi berjalan lebih lambat, sehingga untuk mempercepat pelapisan, temperatur larutan *elektrolit* harus ditingkatkan dengan alat pemanas. Proses *elektroless* dapat dilihat pada Gambar 2.2 dibawah.

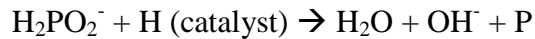
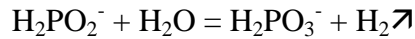


Gambar 2.2. Proses pelapisan tanpa menggunakan arus listrik (Wahyudi, 2012)

Proses *elektroless plating* dapat dilakukan untuk beberapa jenis logam. Adapun jenis *elektroless plating* yang dapat diterapkan setelah tahap katalisasi palladium yang sering digunakan adalah:

1. *Elektroless plating nickel* - Produknya adalah lapisan logam nikel.
2. *Elektroless plating tembaga* - Produknya adalah lapisan logam tembaga.

Lapisan logam nikel berupa paduan Ni-P (*nikel-phosphor*). Dalam proses *elektroless plating* pada permukaan plastik ABS, jenis *elektroless plating* nikel sering digunakan untuk dibandingkan *elektroless plating* tembaga karena mempunyai karakteristik tahan korosi dibandingkan dengan lapisan logam tembaga dan lebih keras. Larutan *elektroless* nikel membutuhkan bahan kimia yang berfungsi sebagai reduktor. Bahan kimia reduktor yang umum digunakan adalah *sodium hypophosphite* (NaH_2PO_2). Reduktor tersebut berfungsi mereduksi ion nikel (Ni^{2+}) menjadi logam nikel (Ni^0). Reaksi reduksi terbentuknya lapisan logam dipermukaan benda kerja akibat adanya bahan reduktor dalam larutan *elektroless nikel plating* adalah :

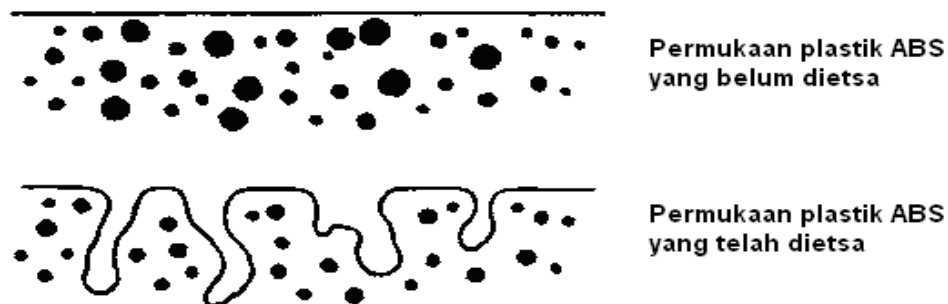


Dari reaksi kimia tersebut diketahui bahwa terbentuknya lapisan nikel dari proses *elektroless* nikel dapat terjadi jika permukaan plastik ABS bersifat katalis, reaksi lainnya adalah terbentuknya gas hydrogen dan lapisan *elektroless* nikel yang dihasilkan merupakan paduan dari Ni dan P.

2.2.4. Preparasi Permukaan

Preparasi permukaan merupakan tahap pertama dalam proses *elektroless plating* untuk mengubah struktur permukaan benda kerja agar dapat mengikat palladium. Preparasi permukaan terdiri dari beberapa proses yaitu pembersihan, *etching* (etsa), dan netralisasi.

1. Tahap pembersihan yang berfungsi untuk pembersihan permukaan plastik ABS dari berbagai macam zat pengotor dengan menggunakan *soak cleaning* sebagai larutan pembersihnya. Plastik ABS harus terbebas dari zat pengotor agar tidak mengganggu reaksi kimia yang terjadi pada proses selanjutnya. Ada beberapa kegagalan jika pada tahap pembersihan tidak dilakukan secara sempurna yaitu: tidak terbentuk lapisan pada daerah tertentu, lapisan mudah terkelupas, dan lapisan menggelembung.
2. Tahap *etching* (etsa) berfungsi untuk membuat permukaan plastik agar terbentuk pori-pori. Seperti yang terlihat pada Gambar 2.3 fungsi dari pori-pori ini untuk meningkatkan daya lekat yang akan diisi oleh palladium yang menyebabkan terjadi ikatan antara plastik dengan logam pada proses *elektroless* nikel.



Gambar 2.3. Permukaan plastik ABS sebelum dan sesudah dilakukan proses *etching* (Wahyudi, 2012)

3. Tahap netralisasi adalah tahap yang berfungsi untuk menghilangkan sisa-sisa kromium dari proses etsa yang masih mengendap pada pori-pori permukaan plastik ABS. Hal ini diperlukan sebab terdapatnya sisa kromium dapat menghambat proses *electroless* berlangsung.

2.2.5. Metalisasi

Metalisasi merupakan proses yang berfungsi untuk membuat plastik ABS menjadi material yang konduktor. Tahapan ini terdiri dari katalisasi palladium, akselerasi, dan *elektroless* nikel.

1. Katalisasi palladium berfungsi untuk menghasilkan permukaan plastik ABS agar bersifat katalis. Setelah terlapisi palladium plastik ABS dapat dinyatakan bersifat katalis. Indikasi untuk mengetahui menempelnya palladium adalah ketika dibilas permukaan plastik akan berwarna kehitam-hitaman. Permukaan plastik yang bersifat katalis sangat diperlukan karena pada permukaan dapat terbentuk lapisan logam.
2. Tahap akselerasi berfungsi menghilangkan lapisan tipis timah yang menutupi lapisan palladium. Lapisan tipis timah dapat menghambat terjadinya lapisan *elektroplating* berlangsung. Dan juga untuk menghilangkan bahan pencemar logam yang berada dipermukaan plastik ABS.
3. Tahap *elektroless* nikel berfungsi untuk menghasilkan lapisan logam pada permukaan plastik ABS agar menjadi konduktor. Sehingga lapisan plastik ABS dapat menghantarkan arus listrik saat diproses di tahap selanjutnya yaitu tahap *electroplating*

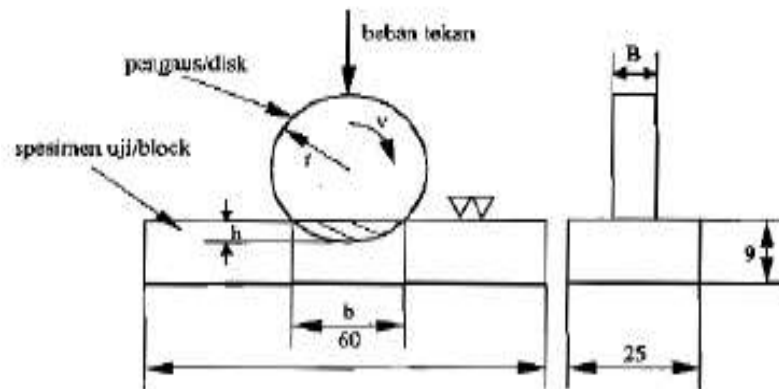
2.2.6. Pengujian Kekasaran Permukaan

Kekasaran merupakan ketidakraturan dari tekstur permukaan, yang pada umumnya mencakup ketidakraturan yang diakibatkan oleh perlakuan selama proses produksi. Karakteristik suatu permukaan memegang peranan penting dalam perancangan komponen mesin atau peralatan. Dalam beberapa hal, kekasaran permukaan perlu dinyatakan sejelas-jelasnya terutama jika berhubungan dengan bertemunya 2 komponen mesin dalam suatu sistem.

Secara umum kekasaran suatu material dapat dilihat dari tekstur permukaannya. Akan tetapi karena adanya perbedaan tingkat kekasaran suatu material, untuk menentukannya tidak cukup rabaan tangan atau melihat langsung permukaannya. Beberapa standar pengukuran yang umum digunakan dalam pengukuran kekasaran permukaan adalah Ra, Rb, atau Rmax dan satuan kekasaran berupa μm .

2.2.7. Pengujian Keausan

Keausan merupakan hilangnya sejumlah lapisan permukaan material karena adanya gesekan antara permukaan padatan dengan benda lain. Definisi gesekan itu sendiri adalah gaya tahan yang menahan gerakan antara dua permukaan *solid* yang bersentuhan maupun *solid* dengan *liquid*. Keausan pada dasarnya memiliki beberapa mekanisme yaitu Erosi, Fatik, Adhesi, Abrasi, dan Korosi. Secara umum mekanisme keausan dapat dijelaskan sebagai berikut. Ketika terjadi kontak antara dua permukaan material, bagian kasar dari suatu material akan terlibat kontak. Saat beban ditambahkan, bagian kasar pada logam akan terdeformasi secara plastis dan menghasilkan *sub-shear zone*. Laju keausan dinyatakan dengan jumlah kehilangan atau pengurangan material (massa, volume, atau ketebalan) tiap satuan panjang lurus spesimen dengan satuan waktu. Prinsip keausan spesimen dengan *disk on block* dapat dilihat pada Gambar 2.4 dibawah ini.



Gambar 2.4. Prinsip kerja keausan *disc on block* (Nurdiansyah, 2011)

Keausan yang terjadi pada spesimen didapat menggunakan persamaan berikut ini:

$$W = \frac{V_i - V_f}{t} = \frac{V}{t} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana : V_i : volume awal spesimen (mm^3)

V_f : volume akhir spesimen setelah pengausan (mm^3)

t : waktu atau lama pengausan (menit)

V : volume goresan yang hilang (mm^3)

Volume goresan hilang (V) pada spesimen uji didapat menggunakan persamaan :

$$V = \frac{W}{x} = \frac{B \cdot b^3}{12r \cdot x} \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan :

x : jarak luncur (setting pada mesin uji).

Keausan spesifik dihitung dari lebar material yang termakan oleh piringan yang berputar. Keausan spesifik (W_s dalam mm^3/kg) dinyatakan dengan:

$$W_s = \frac{B \cdot b^3}{8 \cdot r \cdot P_o \cdot l_o} \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan : B : tebal piringan (mm)

r : radius piringan (mm)

b : lebar keausan hasil pengamatan mikroskop (mm)

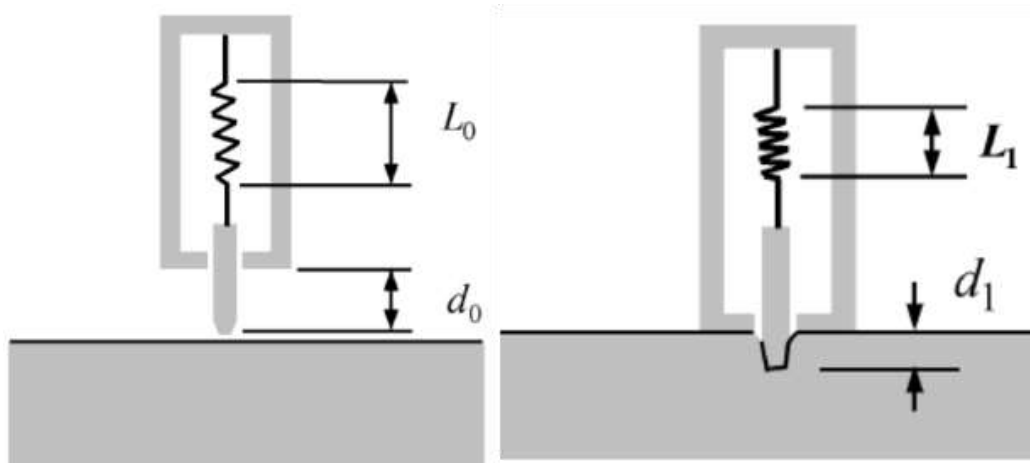
P_o : beban tekan saat pengausan (kg)

l_o : jarak tempuh dari proses pengausan (mm)

2.2.8. Pengujian Kekerasan

Kekerasan merupakan kemampuan material untuk menahan deformasi plastis yang sifatnya terlokalisasi pada suatu material yang dapat disebabkan oleh tusukan maupun goresan. Material yang akan mengalami gesekan atau *frictional force* perlu diketahui nilai kekerasannya. Pada umumnya kekerasan menyatakan ketahanan terhadap deformasi. Deformasi plastis sendiri merupakan suatu keadaan dari material ketika material tersebut diberikan gaya maka material tersebut sudah tidak bisa kembali ke bentuk asalnya artinya material tersebut tidak bisa kembali ke bentuk asalnya (Haryanto, 2016).

Alat pengujian kekerasan ada berbagai macam dan digunakan untuk berbagai jenis material, salah satunya adalah *Shore Durometers Hardness Tester*. *Shore Durometers Hardness Tester* adalah alat uji untuk mengetes kekerasan material jenis *rubber* dan *plastic*, sebenarnya dia termasuk dalam aplikasi *portable hardness tester* karena jenis dan bentuknya dan fungsi penggunaannya berbeda. Prinsip yang digunakan untuk mengukur kekerasan didasarkan pada mengukur kekuatan perlawanan dari penetrasi jarum ke dalam bahan uji seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.5 di bawah beban pegas yang diketahui.



Gambar 2.5. Prinsip kerja kekerasan *Shore Durometers Hardness Tester* (Qi et al, 2003)

Seperti banyaknya pengujian kekerasan material lainnya, *shore hardness tester* atau yang biasa disebut dengan *durometer* ini mengukur kedalaman lekukan dalam materi yang diciptakan oleh sebuah kekuatan yang diberikan pada kaki

presser standar. Material yang diujikan dengan *durometer* adalah polimer, elastomer, karet dan lain-lain. Hasil yang diperoleh dari tes ini adalah ukuran yang berguna *resistensi* relatif terhadap lekukan dari berbagai kelas polimer. Namun, uji kekerasan *Shore Durometer* tidak melayani dengan baik sebagai prediktor properti lainnya seperti kekuatan atau ketahanan terhadap goresan, abrasi, dan tidak boleh digunakan sendiri untuk spesifikasi desain produk. *Shore Durometer* sering digunakan sebagai *proxy* untuk fleksibilitas (lentur modulus) untuk spesifikasi elastomer.

2.2.9. Pengujian Ketebalan dan Struktur Lapisan

2.2.9.1. Mikroskop Optik

Mikroskop optik merupakan jenis mikroskop yang memanfaatkan cahaya tampak dan lensa yang disusun sedemikian rupa membentuk suatu sistem untuk memperbesar gambar spesimen yang kecil. Mikroskop optik banyak digunakan karena menggunakan cahaya langsung yang tampak oleh mata sehingga sampel dapat langsung diamati. Gambar yang dihasilkan mikroskop optik sudah dapat langsung dilihat dengan menghubungkan mikroskop ke layar monitor komputer menggunakan kamera normal dengan sensitivitas cahaya tinggi. Perbesaran yang dihasilkan mencapai mencapai 1000x perbesaran.

2.2.9.2. *Scanning Electron Microscope (SEM)*

Merupakan mikroskop yang menggambar spesimen dengan cara memindai spesimen tersebut dengan sinar elektron berenergi tinggi. Elektron berinteraksi dengan atom-atom sehingga spesimen menghasilkan sinyal yang mengandung informasi tentang fotografi permukaan spesimen, komposisi, dan karakteristik lainnya seperti konduktivitas listrik. Gambar dapat diambil dari fotografi tabung sinar katoda beresolusi tinggi. Pada mesin modern gambar diambil dan ditampilkan pada monitor komputer serta disimpan ke dalam *hard disk* yang dimiliki. Sumber elektron *SEM* biasanya berupa filamen dengan bahan kawat tungsten atau berupa jarum dari paduan *Lantanum Hexaboride* (LaB_6) atau *Cerium Hexaboride* (CeB_6), kedua bahan ini dapat menyediakan berkas elektron yang teoretis memiliki energi tunggal (monokromatik) (Agus Sujatno *et al*, 2015).