

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kajian Pustaka

Dalam penulisan tugas akhir dibutuhkan suatu penelitian terlebih dahulu, untuk dijadikan sebuah referensi untuk diobservasi. Berikut ini merupakan beberapa referensi yang berkaitan antara lain.

Budiarto dkk. (2011), dalam penelitiannya mengenai pengaruh waktu *electroplating* dan *powder coating* NiCr terhadap sifat mekanis dan struktur mikro pada baja karbon SPCC-SD. Pada penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa Hasil pengujian kekerasan menunjukkan nilai kekerasan berbeda antara proses *electroplating* (137,412-199,626 HV) dengan proses *powdercoating* (127,696-180,328 HV). Hasil pengujian tarik pada sampel baja SPCC-SD asli nilai kekuatan tarik sebesar 322 N/mm<sup>2</sup>, dan elongation sebesar 44%. Setelah proses *powdercoating* nilai kekuatan tarik turun menjadi 309 - 317 N/mm<sup>2</sup> dan elongation turun menjadi 42%. Tapi nilai kekuatan tarik naik sesudah proses *electroplating* nikel-krom menjadi 334 - 346 N/mm<sup>2</sup>, dan nilai elongation turun menjadi 40%. Hasil pengamatan strukturmikro pada baja SPCC-SD sebelum dan sesudah proses pelapisan NiCr memperlihatkan adanya fasa  $\alpha$  - ferrit saja.

Arya Mahendra Sakti dkk. (2018), dalam penelitiannya mengenai analisa variasi jarak anoda-katoda dan waktu pelapisan logam nikel-khrom terhadap proses pengujian tekan material ruji (*spoke*). Pada penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa Hasil penelitian ini diperoleh nilai uji tekan tertinggi adalah dengan variasi jarak anoda-katoda 15 cm, dan waktu lama pencelupan pelapisan 25 menit sebesar 748,53 Mpa, pada hasil foto mikro di variasi ini logam pelapis nikel-khrom paling tebal melapisi material dengan tebal lapisan sebesar 20.05 mikrometer, dan ion-ion pelapis lebih masuk kedalam pori-pori dan mengisi celah-celah pada permukaan material. Adapun spesimen yang mengalami kenaikan paling sedikit adalah pada variasi jarak anoda-katoda 25 cm dengan waktu lama pencelupan pelapisan 15 menit sebesar 702,91 Mpa dengan hasil ketebalan lapisan yang tipis pada hasil foto mikronya yaitu 1.98 mikrometer.

Abid Fahreza Alphanoda. (2016), dalam penelitiannya mengenai pengaruh jarak anoda-katoda dan durasi pelapisan terhadap laju korosi pada hasil *electroplating hard chrome*. Pada penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin dekat jarak anoda-katoda pada proses *electroplating hard chrome* maka nilai laju korosi akan semakin menurun, dan semakin lama durasi proses *electroplating hard chrome* maka nilai laju korosi semakin menurun. Peningkatan jarak anoda-katoda dari 9 cm sampai 18 cm akan diikuti dengan penurunan laju korosi sebesar 0,0000089977 mpy.

Abid Suyuti Ridlwan. (2016), dalam penelitiannya mengenai pengaruh jarak anoda katoda teknik *elektroplating seng* terhadap ketebalan dan kekerasan hasil lapisan. Pada penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa Hasil penelitian menunjukkan semakin dekat jarak anoda katoda semakin tinggi nilai ketebalan dan kekerasan lapisannya. Nilai ketebalan lapisan tertinggi pada jarak anoda katoda 8 cm dengan ketebalan rata-rata 4,53 m. Nilai ketebalan lapisan terendah pada jarak

anoda katoda 16 cm dengan ketebalan rata-rata 3,40 m. Nilai kekerasan lapisan tertinggi pada jarak anoda katoda 8 cm dengan nilai kekerasan rata-rata 75,5 VHN. Nilai kekerasan lapisan terendah pada jarak anoda katoda 12 cm dengan nilai kekerasan rata-rata 55,5 VHN.

Dari *literature review* di atas, dengan tujuan untuk mencari bagaimana menggunakan proses *elektroplating* untuk meneliti kekerasan permukaan sesudah proses *elektroplating* menggunakan pengujian *Micro Vickers*, maka yang membedakan penelitian yang akan dilakukan ini antara lain.

- a. Jarak anoda dan katoda, dalam penelitian ini menggunakan jarak 15cm, 20cm, dan 25cm.
- b. Pengujian kekerasan, dengan metode pengujian *Micro Vickers*.
- c. Pengujian ketebalan lapisan.

## 2.2 Baja

Baja adalah logam paduan antara besi (Fe) dan karbon (C), dimana besi sebagai unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Kandungan karbon dalam baja berkisar antara 0,1% hingga 1,7% sesuai tingkatannya. Dalam proses pembuatan.

## 2.3 Klasifikasi Baja

Berdasarkan tinggi rendahnya presentase karbon di dalam baja, baja karbon diklasifikasikan sebagai berikut:

Tabel 2.1 Tabel Klasifikasi Baja (Sumber : Arief Murtiono, 2012)

NO	Jenis Baja	KANDUNGAN KARBON	APLIKASINYA
1	Baja Karbon Rendah ( <i>Low Carbon Steel</i> )	Mengandung g karbon antara 0,10 s/d 0,30 %	Baja karbon ini dalam perdagangan dibuat dalam plat baja, baja strip dan baja batangan atau profil.
2	Baja Karbon Menengah ( <i>Medium Carbon Steel</i> )	Mengandung g karbon antara ,30% s/d 0,60%.	Baja karbon menengah ini banyak digunakan untuk keperluan alat-alat perkakas bagian mesin juga dapat digunakan untuk keperluan industri kendaraan, roda gigi, dst.
3	Baja Karbon Tinggi ( <i>High Carbon Steel</i> )	Mengandung g kadar karbon antara 0,60% s/d 1,7%	Baja ini mempunyai tegangan tarik paling tinggi dan banyak digunakan untuk <i>material tools</i> . Salah satu aplikasi dari baja ini adalah dalam

			<p>pembuatan kawat baja dan kabel baja. Berdasarkan jumlah karbon yang terkandung didalam baja maka baja karbon ini banyak digunakan dalam pembuatan pegas, alat-alat perkakas seperti: palu, gergaji.</p>
--	--	--	--

## 2.4 Elektroplating

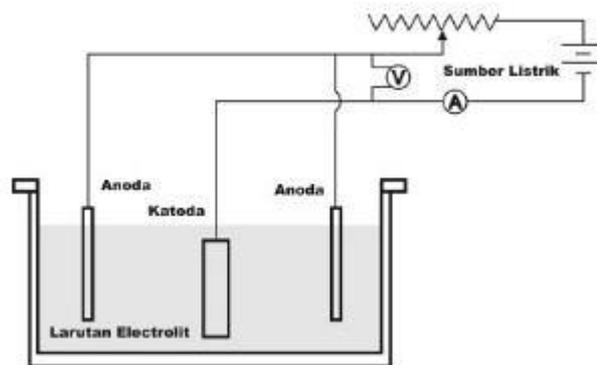
Elektroplating atau lapis listrik adalah suatu proses elektrolisis dengan cara mengendapkan suatu logam pelindung yang dikehendaki diatas logam lain melalui cara elektrolisis. Proses elektrolisis ini dilakukan dalam suatu bejana atau wadah berisi larutan elektrolit. Pada wadah yang berisi larutan elektrolit ini tercelup paling tidak dua elektroda, masing-masing elektroda ini dihubungkan dengan arus listrik tegangan rendah yang searah sehingga terbagi menjadi kutub positif dan negatif. Pada kutub positif dikenal dengan anoda sedangkan pada kutub negatif dikenal dengan katoda. Dalam teknologi pengerjaan suatu logam atau non logam, proses elektroplating dikategorikan sebagai suatu proses pengerjaan akhir (Finishing) yang dimana penggunaan logam sebagai pelapis dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan kegunaan masing-masing material.

Dalam proses elektroplating memiliki fungsi untuk memperbaiki tampak rupa (decorative) seperti krom dekoratif, lapis emas, perak, kuningan, dan perunggu. Tujuan dari adanya pelapisan elektroplating untuk melindungi logam dari serangan korosi, meningkatkan ketahanan logam dasar terhadap gesekan (abrasi), dan memperbaiki kehalusan/bentuk permukaan dan toleransi logam dasar.

Perbedaan utama dalam proses pelapisan logam adalah penggunaan elektroda yang disesuaikan dengan jenis larutan elektrolisisnya karena proses elektroplating mengubah sifat fisik, mekanik, dan sifat teknologi pada suatu material. Sebagai contoh perubahan fisik ketika material logam dilapisi dengan nikel adalah bertambahnya kapasitas konduktivitasnya.

Selain itu perubahan sifat mekaniknya terjadi perubahan kekerasan maupun perubahan kekuatan tarik dari material yang sudah mengalami pelapisan dengan material yang belum mengalami pelapisan. Oleh karena itu dalam proses pelapisan logam maupun non logam dapat meningkatkan sifat mekanis, melindungi logam dari korosi, dan memperindah penampilan dari logam yang dilapisi (Decorative).

## 2.5 Prinsip Kerja Elektroplating



Gambar 2.1 Proses *Elektroplating* (Sumber : Saleh, 2014:6)

Prinsip kerja elektroplating sesuai dengan pernyataan hukum Faraday berbunyi jumlah zat-zat (unsur-unsur) yang terbentuk dan terbebas pada elektroda selama elektrolisis sebanding dengan jumlah arus listrik yang mengalir dalam larutan elektrolit. Jumlah zat-zat (unsur-unsur) yang dihasilkan oleh arus listrik yang selama elektrolisis adalah sebanding dengan berat ekuivalen masing-masing zat tersebut (Saleh, 2014:4).

Saleh (2014:4-5) Pernyataan Faraday tersebut dapat ditulis dengan rumus berikut:

$$B = \frac{I \cdot t \cdot e}{F} \dots\dots\dots (1)$$

Dengan :

B = Berat endapan lapisan (gram).

I = Jumlah arus yang mengalir (ampere).

t = Waktu proses pelapisan (detik).

e = Berat ekivalen (berat atom suatu unsur dibagi valensi unsur tersebut).

F = Jumlah arus yang diperlukan untuk membebaskan sejumlah gram ekivalen

suatu zat (1 F = 96.500 Coulumb).

Rumus (1) menjelaskan jika nilai t (waktu) semakin tinggi maka nilai B (berat lapisan) juga semakin tinggi. Begitu juga sebaliknya, jika nilai t semakin kecil maka nilai B juga semakin kecil. Berat lapisan (gr) berarti tebal lapisannya (mm) juga berpengaruh. Semakin tebal lapisan yang terbentuk, semakin berat pula specimen hasil lapisannya.

## 2.6 Parameter-Parameter Proses Elektroplating

Dalam proses elektroplating agar mendapatkan hasil dan kualitas yang baik harus memperhatikan parameter-parameter sebagai berikut:

### 1. Rapat arus

Rapat arus dalam proses elektroplating dapat diatur, makin tinggi rapat arus, makin meningkat kecepatan pelapisan dan dapat memperkecil ukuran/bentuk

kristal. Rapat arus biasanya dalam kondisi operasi larutan sebesar 10-40 A/dm<sup>2</sup>. Akan tetapi bila rapat arus yang digunakan terlalu tinggi akan mengakibatkan lapisan kasar, bersisik dan akan terbakar hitam.

#### 2. Tegangan

Tegangan dalam proses elektroplating diperlukan tergantung dari jenis, komposisi dan kondisi elektrolit. Tegangan listrik biasanya yang digunakan 6-12 volt. Rapat arus dapat dinaikan dengan menaikkan tegangan, akan tetapi hal ini dapat menyebabkan terjadinya polarisasi dan tercapainya tegangan batas. Selain itu kuat arus yang digunakan 10 Ampere.

#### 3. Temperatur

Temperatur dalam proses elektroplating yang terlalu rendah dan rapat arus yang cukup optimum akan mengakibatkan hasil pelapisan menjadi kasar dan kusam, tetapi jika temperatur tinggi dengan rapat arus yang optimum maka hasil pelapisan tidak merata. Temperatur yang digunakan biasanya berkisar 40-55oC.

#### 4. Waktu pelapisan

Waktu pelapisan pada proses elektroplating akan mempengaruhi terhadap kuantitas hasil dari pelapisan yang terjadi dipermukaan produk yang dilapis. Waktu pelapisan pada proses elektroplating yang digunakan biasanya dibawah 60 menit.

#### 5. Konsentrasi elektrolit

Konsentrasi elektrolit selama proses elektroplating berlangsung akan mengalami perubahan terutama karena adanya penguapan dan perpindahan ion-ion logam dari larutan yang mengendap di katoda. Konsentrasi larutan elektrolit 250-400 g/L CrO<sub>3</sub> dan 2,5-4 g/L H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

#### 6. Jarak anoda

Jarak anoda-katoda dalam proses elektroplating menentukan hantaran arus listrik dan sangat berpengaruh terhadap keseragaman tebal lapisan. Besar hantaran berbanding terbalik dengan jarak, maksudnya adalah jika jarak yang digunakan semakin dekat maka endapan lapisan akan semakin cepat dan jika jarak yang digunakan semakin jauh maka endapan lapisan akan semakin lambat.

### 2.7 Pengujian Kekerasan

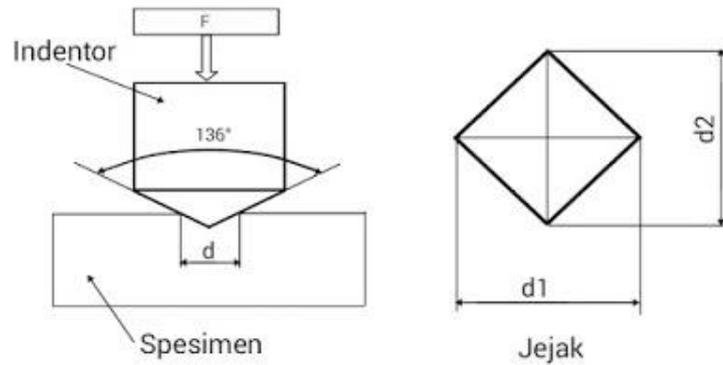
Kekerasan logam didefinisikan sebagai ketahanan terhadap penetrasi, dan memberikan indikasi cepat mengenai perilaku deformasi. Alat uji kekerasan menekankan bola kecil, piramida atau kerucut ke permukaan logam dengan beban tertentu, dan bilangan kekerasan (Brinell atau piramida Vickers) diperoleh dari diameter jejak. Kekerasan dapat dihubungkan dengan kekuatan luluh atau kekuatan tarik logam, Karena sewaktu indentasi, material di sekitar jejak mengalami deformasi plastis mencapai beberapa persen regangan tertentu.

Pengujian kekerasan adalah suatu prinsip dasar yang digunakan sebagai ukuran kekerasan pada metode penekanan, metode penekanan ini ialah ketahanan bahan terhadap deformasi plastis atau dengan kata lain, ukuran bekas penekanan merupakan ukuran kekerasan suatu material. (Daryanto, 1985:74).

#### 2.7.1 Pengujian vickers

Metode pengujian kekerasan Vickers dilaksanakan dengan cara menekan benda uji atau spesimen dengan indentor intan yang berbentuk piramida dengan alas segi empat dan besar sudut dari permukaan-permukaan yang berhadapan 136°.

Penekanan oleh indenter akan menghasilkan suatu jejak atau lekukan pada permukaan benda uji.



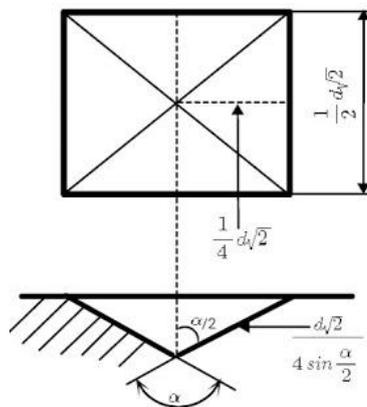
Gambar 2.2. Jejak yang dihasilkan oleh penekanan indenter pada benda uji

Untuk mengetahui nilai kekerasan benda uji, maka diagonal rata-rata dari jejak tersebut harus diukur terlebih dahulu dengan memakai mikroskop.

Angka kekerasan Vickers dapat diperoleh dengan membagi besar beban uji yang digunakan dengan luas permukaan jejak.

$$HV = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (2)$$

Jika d merupakan diagonal rata-rata dari jejak, maka luas permukaan jejak dapat ditentukan sebagai berikut,



$$A = 4 \times \frac{1}{2} d \sqrt{2} \times \frac{1}{2} \left( \frac{d \sqrt{2}}{4 \sin \frac{\alpha}{2}} \right)$$

$$A = \frac{d^2}{2 \sin \frac{136^0}{2}}$$

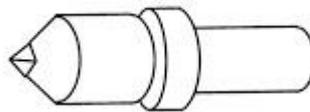
Jadi angka kekerasan Vickers dapat diperoleh dengan rumus :

$$HV = \frac{P}{\frac{d^2}{2 \sin \frac{136^\circ}{2}}}$$

$$HV = 1.854 \frac{P}{d^2}$$

Rentang beban uji yang digunakan pada pengujian kekerasan Vickers berkisar antara 1 kgf sampaj 120 kgf, dan beban uji yang umum digunakan adalah 5, 10, 30 dan 50 kgf. Sedangkan waktu penerapan beban uji (dwell time) standar biasanya dilaksanakan selama 10 -15 detik.

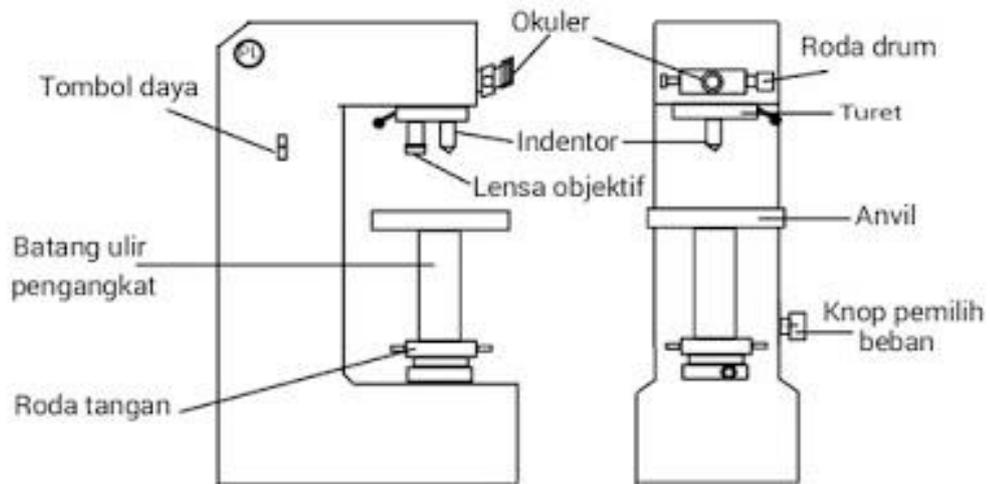
Di dalam pengujian kekerasan Vickers perlu diperhatikan mengenai jarak minimal dari titik pusat jejak ke bagian pinggir spesimen, di mana menurut standar ASTM adalah sebesar 2,5 kali diagonal jejak. Dan jarak minimal antara jejak-jejak yang berdekatan juga 2,5 kali diagonal jejak. Sedangkan menurut standar ISO, jarak minimal dari titik pusat jejak ke bagian pinggir benda uji adalah 2,5 d untuk baja dan paduan tembaga dan 3 d untuk logam-logam ringan, sementara jarak minimal antara jejak adalah 3 d untuk baja dan paduan tembaga, dan 6 d untuk logam-logam ringan.



Gambar 2.3 Indentor Intan Berbentuk Piramid

Berbeda dengan pengujian kekerasan Brinell dan pengujian kekerasan Rockwell yang menggunakan lebih dari satu jenis atau ukuran indentor, pengujian kekerasan Vickers hanya menggunakan satu jenis indentor, yaitu indentor intan berbentuk piramid yang dapat digunakan untuk menguji hampir semua jenis logam mulai dari yang lunak hingga yang keras.

Ada beberapa jenis mesin yang digunakan untuk melaksanakan pengujian kekerasan Vickers, seperti mesin Vickers dengan tenaga hidrolik, mesin Vickers mekanis, mesin Vickers digital, mesin Vickers semi otomatis, dan mesin Vickers otomatis penuh. Salah satu jenis mesin Vickers mekanis diperlihatkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.4 Mesin Pengujian Kekerasan Vickers

Pada umumnya ada 3 jenis bentuk jejak (lekukan) yang dihasilkan oleh penekanan indenter, yaitu bentuk persegi sempurna, bentuk bantal dan jejak berbentuk tong.



Gambar 2.5 Bentuk-Bentuk Jejak

Jejak dengan bentuk persegi dihasilkan oleh indenter intan berbentuk piramid yang sempurna. Jejak berbentuk bantal dihasilkan karena terjadinya pengerutan logam di sekitar permukaan. Dan jejak dengan bentuk tong umumnya didapatkan pada logam-logam yang dikerjakan dingin (cold working).

Pada pelaksanaan pengujian kekerasan material dengan metode Vickers, maka benda yang akan diuji harus memiliki permukaan yang rata, halus dan bersih yang bebas dari cat, kerak, oksida, minyak dan kotoran lainnya. Untuk mendapatkan kualitas permukaan spesimen seperti ini, umumnya dicapai dengan proses penggerindaan dan pemolesan.

Seperti halnya pengujian kekerasan Brinell, di mana jika ukuran jejak semakin kecil, maka kekerasan benda uji juga semakin keras dan sebaliknya. Hal tersebut berlaku juga pada pengujian kekerasan Vickers.

Pengujian kekerasan Vickers tidak cocok untuk menguji material yang tidak homogen, seperti besi tuang.

### **2.7.2 Kekerasan mikro Vickers**

Selain untuk pengujian kekerasan makro, metode Vickers dapat juga digunakan untuk melaksanakan pengujian kekerasan mikro (Vickers microhardness test). Rentang beban uji yang digunakan pada pengujian kekerasan mikro Vickers ini adalah kecil, yaitu antara 1 gf hingga 1000 gf (1 kgf). Pengujian kekerasan mikro Vickers sangat cocok diterapkan pada bahan yang tipis, lapisan dari benda uji yang permukaannya dikeraskan, keramik, dan komposit.