



**PENGARUH LAMA PROSES PELAPISAN *HARD CHROME*
PADA PELAT KUNINGAN TERHADAP KETEBALAN,
KEKERASAN, DAN FOTO MIKRO LAPISAN**

Skripsi

**diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Mesin**

Oleh

Sigma Indra Jaya

NIM.5201415070

**PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2019**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Sigma Indra Jaya
NIM : 5201415070
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin
Judul : Pengaruh Lama Proses *Hard Chrome* Pada Pelat Kuningan Terhadap Ketebalan, Kekerasan, dan Foto Mikro Lapisan.

Skripsi/ TA ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian Skripsi/ TA Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.

Semarang, April 2019

Dosen Pembimbing



Drs. Sunvoto, M.Si.

NIP. 196511051991021001

PENGESAHAN

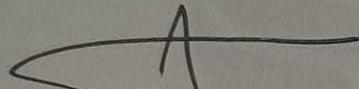
Skripsi dengan judul *Pengaruh Lama Proses Pelapisan Hard Chrome Pada Pelat Kuningan Terhadap Ketebalan, Kekerasan, dan Foto Mikro Lapisan* telah dipertahankan didepan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada Mei 2019.

Oleh:

Nama : Sigma Indra Jaya
NIM : 5201415070
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

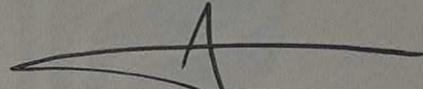
Panitia Ujian Skripsi:

Ketua,



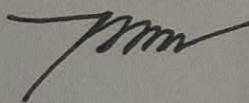
Rusiyanto, S.Pd., M.T.
NIP. 197403211999031002

Sekretaris,



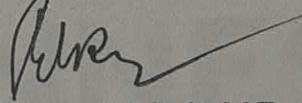
Rusiyanto, S.Pd., M.T.
NIP. 197403211999031002

Penguji 1,



Drs. Pramono, M.Pd.
NIP. 195809101985031002

Penguji 2,



Dr. Wirawan Sumbodo, M.T.
NIP. 196601051990021002

Pembimbing,



Drs. Sunyoto, M.Si.
NIP. 196511051991021001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik Unnes



Dr. Nur Oudus, M.T., IPM.
NIP. 196911301994031001

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi/ TA ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/ atau doktor), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni atau gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan Masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Semarang, Mei 2019



Sigma Indra Jaya
NIM. 5201415070

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Orang-orang yang berilmu kemudian dia memanfaatkan ilmu tersebut (bagi orang lain) akan lebih baik dari seribu orang yang beribadah atau ahli ibadah.”

(H.R Ad-Dailami)

“Apabila di dalam diri seseorang masih ada rasa malu dan takut untuk berbuat suatu kebaikan, maka jaminan bagi orang tersebut adalah tidak akan bertemunya ia dengan kemajuan selangkah pun.”

(Ir. Soekarno)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini kupersembahkan untuk ibu, bapak, adik dan teman-teman jurusan teknik mesin angkatan 2015.

RINGKASAN

Jaya, Sigma Indra. 2019. Pengaruh Lama Proses Hard Chrome Pada Pelat Kuningan Terhadap Ketebalan, Kekerasan, Dan Foto Mikro Lapisan. Skripsi . Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Drs. Sunyoto, M.Si.

Kata kunci: Lama Pelapisan, *Hard Chrome*, Kuningan.

Ketebalan dan kekerasan berpengaruh terhadap masa pakai logam kuningan. Lama proses pelapisan mempengaruhi tingkat ketebalan, kekerasan, dan foto mikro lapisan *hard chrome*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh lama proses pelapisan *hard chrome* pada pelat kuningan terhadap ketebalan, kekerasan, dan foto mikro lapisan.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Pada penelitian ini, perlakuan yang diberikan adalah lama proses pelapisan *hard chrome*. Lama proses pelapisan yaitu 20 menit, 25 menit, dan 30 menit. setelah proses pelapisan *hard chrome*, selanjutnya dilanjutkan uji ketebalan, kekerasan, dan foto mikro lapisan pada masing-masing spesimen. Analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis deskriptif. Hasil uji ketebalan lapisan menghasilkan nilai rata-rata ketebalan lapisan tertinggi sebesar 15,77 μm dengan lama pelapisan 30 menit.

Hasil uji kekerasan menghasilkan kekerasan tertinggi sebesar 148,21 VHN dengan lama pelapisan 30 menit. Hasil foto mikro dengan lama pelapisan 30 menit menghasilkan visual dengan permukaan yang tampak halus serta sedikit goresan/ retakan. Semakin lama proses pelapisan *hard chrome* maka ketebalan dan kekerasan akan bertambah serta foto mikro yang dihasilkan tampak semakin halus dan sedikit goresan/ retakan.

PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Pengaruh Lama Proses Pelapisan *Hard Chrome* Pada Pelat Kuningan Terhadap Ketebalan, Kekerasan, Dan Foto Mikro Lapisan”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan meraih gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi S1 Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang. Shalawat dan salam disampaikan kepada Nabi Muhammad SAW, mudah-mudahan kita semua mendapatkan safaat Nya di yaumul akhir nanti, Amin.

Penyelesaian karya tulis ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih serta penghargaan pada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M. Hum, Rektor Universitas Negeri Semarang atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh studi di Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Nur Qudus, M.T, Dekan Fakultas Teknik, Rusiyanto, S.Pd, M.T, Ketua Jurusan Teknik Mesin dan Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin atas fasilitas yang disediakan bagi mahasiswa.
3. Drs. Sunyoto, M.Si, Dosen pembimbing yang penuh perhatian dan atas perkenaan memberi bimbingan dan dapat dihubungi sewaktu-waktu disertai kemudahan menunjukkan sumber-sumber yang relevan dengan penulisan karya ini.
4. Drs. Pramono, M.Pd dan Dr. Wirawan Sumbodo, M.T, Dosen penguji 1 dan 2 yang telah memberi masukan yang sangat berharga berupa saran, ralat, perbaikan, pertanyaan, komentar, tanggapan, menambah bobot dan kualitas karya tulis ini.
5. Semua dosen Jurusan Teknik Mesin FT. UNNES yang telah memberi bekal pengetahuan yang berharga.
6. Berbagai pihak yang telah mmberi bantuan untuk karya tulis ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga Skripsi ini dapat bermanfaat untuk pelaksanaan pembelajaran di SMK dan bermanfaat bagi semuanya.

Semarang, Mei 2019

Sigma Indra Jaya

DAFTAR ISI

COVER	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	ii
PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
RINGKASAN	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	4
1.3 Pembatasan Masalah	5
1.4 Rumusan Masalah	6
1.5 Tujuan Penelitian	6
1.6 Manfaat Penelitian	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	8
2.1 Kajian Pustaka.....	8
2.2 Landasan Teori.....	13
2.3 Kerangka Berpikir.....	32
2.4 Hipotesis.....	33
BAB III METODE PENELITIAN.....	34
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan	34
3.2 Desain Penelitian.....	35
3.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	36
3.4 Parameter Penelitian.....	38
3.5 Teknik Pengumpulan Data	39

3.6 Kalibrasi Instrumen.....	46
3.7 Teknik Analisis Data.....	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	49
4.1 Deskripsi Data.....	49
4.2 Analisis Data	56
4.3 Pembahasan.....	60
BAB V PENUTUP.....	67
5.1 Simpulan	67
5.2 Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN.....	72

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jumlah Spesimen Uji	36
Tabel 3.2 Analisis Ketebalan Lapisan.....	44
Tabel 3.3 Analisis Kekerasan Lapisan	45
Tabel 4.1 Hasil Uji Ketebalan Lapisan	49
Tabel 4.2 Hasil Uji Kekerasan Lapisan	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Elektroplating	19
Gambar 2.2 Mikroskop <i>Olympus C-35AD-4</i>	28
Gambar 2.3 Alat uji <i>Vickers hardness test TH 710</i>	29
Gambar 2.4 Uji Kekerasan <i>Vickers</i>	30
Gambar 2.5 Mesin foto struktur mikro <i>Olympus PME</i>	31
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	35
Gambar 3.2. Spesimen Uji	40
Gambar 3.3. Dimensi Spesimen Uji.....	40
Gambar 3.4. Titik Spesimen Uji	42
Gambar 3.5. Titik Spesimen Uji	43
Gambar 4.1 Grafik Presentase Ketebalan Lapisan.....	50
Gambar 4.2 Grafik Rata-rata Presentase Ketebalan Lapisan	50
Gambar 4.3 Grafik Presentase Kekerasan Lapisan	52
Gambar 4.4 Grafik Presentase Rata-rata Kekerasan Lapisan	52
Gambar 4.5 Foto Mikro Lama Pelapisan 20 menit	53
Gambar 4.6 Foto Mikro Lama Pelapisan 25 menit	53
Gambar 4.7 Foto Mikro Lama Pelapisan 30 menit	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Penetapan Dosen Pembimbing	73
Lampiran 2. Persetujuan Seminar Proposal	74
Lampiran 3. Daftar Hadir Peserta Seminar Proposal	75
Lampiran 4. Surat Tugas Dosen Penguji.....	76
Lampiran 5. Presensi Seminar Proposal.....	77
Lampiran 6. Berita Acara Seminar Proposal.....	78
Lampiran 7. Surat Izin Penelitian di CV. Gemilang Chrome	76
Lampiran 8. Surat Izin Penelitian di UNNES	79
Lampiran 9. Surat Izin Penelitian di UGM	80
Lampiran 10. Surat Keterangan Penelitian	81
Lampiran 11. Dokumentasi Penelitian.....	82

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dalam dunia modern, logam kuningan sering dimanfaatkan sebagai bahan untuk kerajinan, kesenian, maupun keteknikan, logam kuningan menjadi salah satu material yang banyak digunakan masyarakat untuk perhiasan, perabot rumah tangga karena warnanya yang menyerupai emas, harganya terjangkau serta mudah didapatkan. Berbeda dengan pemanfaatan logam kuningan pada bidang keteknikan, pada bidang keteknikan penggunaan logam kuningan sering digunakan karena logam kuningan mudah dibentuk, sebuah konduktor panas yang baik, tahan terhadap suhu dingin, dan umumnya tahan terhadap korosi. Dalam bidang keteknikan logam kuningan berbentuk pipa, pelat, lembaran, silinder dan balok.

Selain ancaman gesekan yang disebabkan interaksi antara logam kuningan dengan lingkungan, pada bidang keteknikan penggunaan logam kuningan sering kali mengalami keausan sebelum waktu yang telah diperhitungkan. Di dalam bidang keteknikan khususnya pada *sparepart* sepeda motor, penggunaan kuningan sangat banyak penerapannya. Contohnya piston skep pada karburator kendaraan, piston skep pada karburator kendaraan menggunakan bahan kuningan karena bahan kuningan mudah untuk dibentuk, tahan terhadap suhu dingin dan lebih tahan terhadap korosi daripada besi. Akan tetapi kuningan memiliki kelemahan yaitu kuningan memiliki struktur yang kurang keras, kekerasan kuningan yang

digunakan sebagai bahan pembuatan piston skep pada karburator hanya memiliki tingkat kekerasan 50-100 VHN saja sehingga menyebabkan kuningan mudah aus karena gesekan. Oleh karena itu dibutuhkan metode yang diupayakan untuk menahan terjadinya keausan sejak dini yakni dengan cara memberi lapisan pada permukaan kuningan dengan metode pelapisan logam *hard chrome*.

Pelapisan logam mulai banyak digunakan sebagai cara untuk mencegah logam dari korosi. Selain mencegah korosi, pelapisan logam mulai dikembangkan untuk mencegah logam dari keausan, mempertebal logam dan memperkuat logam (Sukarwan, 2016).

Pelapisan logam dengan cara elektroplating mempunyai banyak jenis yaitu elektroplating seng, elektroplating tembaga, electroplating nikel, elektroplating krom, dan lain-lain. Pada elektroplating krom terbagi menjadi dua spesifikasi yaitu krom dekoratif dan krom keras (*hard chrome*) . Pada metode *hard chrome*, banyak jenis logam yang dapat dilapisi antara lain: besi, baja, tembaga, alumunium, kuningan dan material logam lainnya. Pelapisan logam dengan metode *hard chrome* sering diaplikasikan pada bidang teknik untuk pembuatan *as hydraulic, as piston, shaft, pin*, piston skep, senjata api, kran air, baling-baling kapal dan lain-lain.

Salah satu tujuan pelapisan *hard chrome* adalah meningkatkan ketahanan logam terhadap korosi, melapisi permukaan logam agar lebih keras, lebih tahan terhadap goresan dan memperlicin permukaan. Penyebab terjadinya goresan/ keausan pada permukaan logam adalah rusaknya permukaan logam, umumnya

melibatkan kehilangan material yang progresif akibat adanya gesekan antar permukaan logam (Setyahandana dan Cristianto, 2017).

Pelapisan *hard chrome* dilakukan untuk memanfaatkan kelebihan sifat yang dimiliki unsur krom untuk mendapatkan keuntungan. Keuntungan tersebut berupa sifat tahan terhadap panas, memiliki koefisien gesek yang rendah, menghindari korosi dan erosi. Untuk mendapatkan hasil tersebut maka banyak faktor yang mempengaruhi diantaranya adalah arus listrik, konsentrasi larutan, jarak anoda dan katoda, tegangan listrik, suhu/ *temperature*, dan lama proses pelapisan.

Penelitian tentang lapisan *hard chrome* pada logam baja sudah pernah dilakukan oleh Suarsana (2008), dengan memvariasi tegangan listrik (4,6, dan 8 Volt) dan durasi (30, 45, dan 60 menit). Diperoleh hasil pengamatan yang berupa semakin tinggi tegangan listrik yang digunakan dan semakin lama durasi yang digunakan maka ketebalan lapisan akan meningkat secara signifikan. Pada penelitian tersebut diperoleh lapisan maksimal 89,37 μm diperoleh pada tegangan 8 Volt, dengan durasi pelapisan 60 menit.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Sukarwan (2016), pada penelitiannya tentang variasi durasi proses *hard chrome* pada besi cor kelambu, dengan memvariasikan durasi (40, 50, 60, 70 dan 80 menit). Maka diperoleh hasil yang signifikan pada masing-masing durasi. Nilai ketebalan dan kekerasan maksimum terjadi pada variasi durasi ke tiga dengan lama durasi 60 menit yaitu dengan nilai 288 μm dan 872, 14 VHN, sedangkan lapisan terendah terjadi pada variasi durasi ke dua dengan nilai 136 μm dan 706, 16 VHN.

Hasil Penelitian lain yang dilakukan oleh Hadi (2016) tentang pengaruh larutan kimia dan lama proses *hard chrome* pada pelat kuningan terhadap ketebalan dan kekerasan lapisan. Dari penelitian tersebut disimpulkan bahwa semakin lama durasi pelapisan maka hasil ketebalan juga meningkat akan tetapi kombinasi komposisi larutan dan lama pada proses pelapisan menyebabkan tingkat kekerasannya menurun.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Setyahandana (2017) tentang pengaruh *hard chrome* pada peningkatan kekerasan baja komponen kincir. Dari penelitian tersebut disimpulkan bahwa peningkatan pelapisan *hard chrome* naik linear sebanding lurus dengan durasi pelapisan.

Berdasarkan pernyataan diatas maka penulis memutuskan untuk mempelajari atau menganalisis tentang “**Pengaruh Lama Pelapisan *Hard Chrome* Pada Pelat Kuningan Terhadap Ketebalan, Kekerasan dan Foto Mikro Lapisan**”.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, maka dapat diidentifikasi masalah-masalah yang terjadi antara lain:

1. Material berbahan logam kuningan sering digunakan dalam lingkungan yang memiliki tingkat korosif yang tinggi.
2. Material berbahan logam kuningan sering mengalami gesekan dengan logam lain sehingga lama-kelamaan akan mengurangi umur pakai.

3. Terjadinya aus pada logam kuningan dapat menyebabkan menurunnya ketahanan produk dan kualitas produk.
4. Proses elektroplating sering sekali mengalami hasil dengan ketebalan yang tidak merata.
5. Proses *hard chrome* sering mengalami hasil dengan tingkat kekerasan yang kurang.
6. Lama proses pelapisan berpengaruh terhadap tebal atau tipis nya hasil pelapisan.

1.3 Pembatasan Masalah

Untuk memenuhi arah penelitian yang baik dan lebih terfokus terhadap pelapisan *hard chrome*, maka ditentukan batasan masalah sebagai berikut:

1. Benda kerja yang digunakan adalah pelat kuningan.
2. Benda kerja berbentuk pelat dengan ukuran panjang 100 mm, lebar 60 mm dan tebal 1 mm.
3. Lama yang digunakan 20 menit, 25 menit dan 30 menit.
4. Arus listrik yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 10 Ampere.
5. Tegangan listrik yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 12 Volt.
6. Tidak membahas laju korosi pada pelat kuningan setelah dilapisi *hard chrome*.
7. Tidak membahas tentang efisiensi kuat arus, tegangan, elektrolit, suhu dan jarak anoda katoda pada pelat yang telah dilapisi *hard chrome*.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, maka permasalahan yang timbul dalam proses pelapisan *hard chrome* adalah:

1. Bagaimana pengaruh lama pelapisan pelat kuningan dengan menggunakan metode pelapisan *hard chrome* terhadap ketebalan lapisan?
2. Bagaimana pengaruh lama pelapisan pelat kuningan dengan menggunakan metode pelapisan *hard chrome* terhadap kekerasan lapisan?
3. Bagaimana pengaruh lama pelapisan pelat kuningan dengan menggunakan metode pelapisan *hard chrome* terhadap foto mikro lapisan?

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian diatas, maka tujuan penelitian pelapisan *hard chrome* sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh lama pelapisan pelat kuningan dengan menggunakan metode pelapisan *hard chrome* terhadap ketebalan lapisan?
2. Mengetahui pengaruh lama pelapisan pelat kuningan dengan menggunakan metode pelapisan *hard chrome* terhadap kekerasan lapisan?
3. Mengetahui pengaruh lama pelapisan pelat kuningan dengan menggunakan metode pelapisan *hard chrome* terhadap foto mikro lapisan?

1.6 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada beberapa pihak, diantaranya:

1. Teoritis

- 1) Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan acuan untuk penelitian yang sejenis dan dapat menambah wawasan tentang ketebalan, kekerasan, dan foto mikro lapisan dengan variasi lama pelapisan yang digunakan pada proses pelapisan *hard chrome*.
- 2) Dapat menambah wawasan dan pengalaman langsung tentang proses pelapisan *hard chrome*.
- 3) Dapat menambah pengetahuan tentang perbedaan ketebalan, kekerasan dan foto mikro lapisan dengan lama waktu yang digunakan pada proses pelapisan *hard chrome*.

2. Praktis

- 1) Penelitian ini dapat digunakan sebagai sumber referensi bagi para pengusaha pelapisan logam khususnya elektroplating *hard chrome* untuk mengontrol parameter yang mempengaruhi hasil lapisan sehingga bisa meningkatkan kualitas produk pelapisan.
- 2) Penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi pemanfaatan produk kuningan didalam dunia industri.
- 3) Penelitian ini dapat digunakan sebagai panduan untuk membuka usaha elektroplating bagi pemula khususnya elektroplating *hard chrome*.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Kajian Pustaka

Hakikatnya dalam suatu penelitian tidak selalu dimulai dari nol, akan tetapi bisa dimulai dari yang telah ada seperti acuan-acuan yang mendasari dalam ruang penelitian yang sejenis. Oleh sebab itu perlu mengenalkan penelitian yang terdahulu sebagai bahan referensi yang relevan dalam penelitian yang akan dilakukan. Referensi penelitian terdahulu adalah sebagai berikut:

Penelitian yang dilakukan oleh Syarief (2007) dengan judul “Pengaruh variasi waktu terhadap uji ketebalan dan kekerasan lapisan pada pelat baja ST37”. Dengan menggunakan variasi waktu 30, 60, 90 dan 120 menit ada kenaikan yang signifikan terhadap ketebalan lapisan yaitu 123,6 HRC, 166,9 HRC, 194,5 HRC, dan 229,6 HRC. Adanya kenaikan yang signifikan pada kurun waktu tersebut yaitu 0,47 μm , 0,89 μm , 1,25 μm , dan 1,69 μm . dengan hasil tersebut diketahui bahwa adanya pengaruh waktu terhadap hasil pelapisan yaitu, semakin lama waktu pelapisan, maka akan semakin tebal dan keras lapisan yang dihasilkan.

Menurut Santosa dan Syamsya (2007), tebal lapisan nikel pada medali akan dipengaruhi oleh parameter rapat arus, temperatur, dan waktu pelapisan. Semakin lama dan besar arus yang digunakan maka lapisan yang dihasilkan semakin tebal.

Penelitian yang dilakukan oleh Suarsana (2008) terkait waktu pelapisan nikel pada tembaga terhadap tingkat kecerahan dan ketebalan lapisan,

disimpulkan bahwa semakin lama waktu pelapisan maka kecerahan dan ketebalan lapisan meningkat.

Penelitian dari Raharjo (2010) dengan judul “Pengaruh Variasi Waktu Proses Elektroplating Terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro Baja Karbon Rendah Dengan Krom”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tebal lapisan *hard chrome* dan kekerasan akan naik seiring dengan naiknya tegangan listrik dan waktu pada proses pelapisan.

Malau dan Lupp (2011), meneliti tentang pengaruh variasi waktu dan konsentrasi larutan NaCl terhadap kekerasan dan laju korosi dari lapisan nikel elektroplating pada permukaan baja karbon sedang. Disimpulkan bahwa semakin lama proses elektroplating semakin naik pula tingkat kekerasan permukaan.

Tarwijayanto, dkk (2013), meneliti tentang pengaruh variasi arus dan waktu *hard chrome* terhadap ketebalan lapisan dan kekerasan mikro pelat baja karbon rendah AISI 1026 memperoleh data sebagai berikut, dengan estimasi waktu 30, 40, 50, dan 60 menit diperoleh data bahwa lapisan tertinggi diperoleh pada waktu 50 menit dan kuat arus 2 A yaitu sebesar 4,033 μm dan ketebalan lapisan terendah pada waktu 30 menit dan kuat arus 0,5 A sebesar 1,200 μm . Pada uji kekerasan hasil pelapisan tertinggi diperoleh pada waktu 60 menit dan kuat arus 2 A yaitu sebesar 455,93 VHN. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa variasi waktu sangat berpengaruh terhadap ketebalan dan kekerasan, penelitian ini juga membuktikan bahwa ketebalan hasil lapisan tidak selalu berbanding lurus dengan kekerasan lapisan.

Penelitian dari Sukarwan (2016) meneliti tentang Variasi waktu proses *hard chrome* terhadap kekerasan dan ketebalan lapisan dengan menggunakan variasi waktu 40, 50, 60, 70, dan 80 menit. Menghasilkan kekerasan yang cukup signifikan yaitu 748,94 VHN, 706,16 VHN, 872,14 VHN, 839,84 VHN, dan 761,22 VHN. Dan menghasilkan data uji ketebalan sebagai berikut: 198 μm , 136 μm , 288 μm , 212 μm , 186 μm . dari data berikut dapat disimpulkan bahwa adanya pengaruh waktu pada proses pelapisan *hard chrome* hal tersebut dibuktikan dengan adanya penurunan kualitas pada saat proses pelapisan dengan waktu 50 dan 80 menit sedangkan proses pelapisan terbaik pada waktu 60 menit. Dengan demikian membuktikan bahwa tidak tentu dengan waktu yang lama akan menghasilkan proses pelapisan yang baik.

Menurut Alpahanoda (2016), disimpulkan bahwa pengaruh waktu dan jarak anoda-katoda proses pelapisan *hard chrome* terhadap laju korosi dengan menggunakan variasi waktu 45, dan 60 menit, menghasilkan grafik durasi 45 menit laju korosinya lebih cepat daripada pelapisan dengan waktu 60 menit disebabkan karena semakin lama waktu pelapisan maka akan membuat semakin banyak jumlah ion-ion krom yang melapisi dan nilai laju korosinya semakin kecil. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa adanya pengaruh variasi waktu proses pelapisan dan jarak katoda-anoda terhadap laju korosi benda.

Penelitian dari Setyahandana dan Cristianto (2017) dengan judul “Pengaruh *Hard Chrome Plating* Pada Peningkatan Kekerasan Baja Komponen Kincir”. Dengan memvariasikan waktu, dan kuat arus memperoleh hasil kekerasan tertinggi pada durasi waktu 240 menit dan kuat arus 10 A sebesar 532

HV dan kekerasan terendah pada durasi waktu 150 dan kuat arus 10,5 A sebesar 322 HV. Hal tersebut membuktikan bahwa, tidak hanya waktu yang mempengaruhi proses pelapisan melainkan kuat arus juga berpengaruh pada proses pelapisan.

Menurut Tauvana (2006), disimpulkan bahwa variasi tegangan dan waktu pelapisan terhadap kekilapan, kekerasan, dan kekasaran permukaan aluminium dengan menggunakan variasi tegangan yaitu 1 volt, 2 volt, 3 volt, dan 4 volt dengan waktu 5 menit, 10 menit, 15 menit, 20 menit, dan 25 menit menghasilkan proses pelapisan terbaik yaitu kekerasannya sebesar 229 VHN dengan spesimen 2 volt/ 25 menit dan 3 volt/20 menit. Dapat disimpulkan bahwa variasi tegangan dapat mempengaruhi waktu pelapisan yang digunakan dalam proses pelapisan.

Penelitian dari Yerikho, dkk (2013), tentang optimalisasi variasi tegangan dan waktu terhadap ketebalan dan adhesivitas lapisan pada plat baja karbon rendah dengan proses elektroplating menggunakan pelapisan seng, disimpulkan bahwa nilai optimal untuk memperoleh ketebalan tertinggi yaitu 6 volt dengan waktu 20 menit yaitu 7 μ m.

Penelitian dari Yusrul, dkk (2013) dengan judul Pengaruh Waktu Pelapisan Elektro Nikel-Khrom Dekoratif Terhadap Ketebalan, Kekerasan, dan Kekasaran Lapisan. Dengan memvarisaikan waktu 30, 40 dan 60 menit, disimpulkan bahwa proses pelapisan tersebut menghasilkan hasil yang optimal pada waktu 60 menit dibuktikan dengan data ketebalan maksimal sebesar 28.14 μ m, kekasaran permukaan sebesar 0.25 μ m, dan kekerasan sebesar 176.2 VHN.

Darmawan, dkk (2015), meneliti tentang pengaruh variasi kuat arus listrik dan waktu proses elektroplating baja karbon rendah dengan krom. Dengan variasi kuat arus sebesar 17.8 A, 22.7 A, dan 27.3 A serta waktu proses pelapisan 5 menit, 10 menit, dan 15 menit. Disimpulkan bahwa semakin besar ampere yang digunakan dan semakin lama waktu yang dibutuhkan maka hasil proses pelapisan semakin baik yaitu dibuktikan dengan hasil pelapisan tertinggi dihasilkan oleh kuat arus 27.3 A dan waktu 15 menit yaitu dengan ketebalan 0.483 mm dan kekerasan 239.58 kg/mm².

Penelitian dari Saad dan Nurzal (2014) terkait tentang pelapisan listrik krom produk kuningan dengan sumber energi batu baterai 60 A/ 12 V terkait dengan peningkatan produk kuningan. Dengan memvariasikan jenis larutan dapat disimpulkan bahwa kualitas larutan cenderung berkurang pada pelapisan kedua, tebal lapisan rata-rata yang diperoleh adalah 3, 23 μm dengan waktu 22 menit.

Hadi (2016), meneliti tentang pelapisan krom terhadap ketebalan dan kekerasan lapisan pada pelat kuningan. Disimpulkan bahwa variasi waktu dan komposisi larutan sangat berpengaruh dengan kualitas pelapisan. Hal tersebut dibuktikan dengan variasi waktu 20, 25, dan 30 menit dan konsentrasi larutan I yaitu *Chromic acid*(CrO₃) 100 gr/ liter, *Sulphuric Acid* (H₂SO₄) 15 gram/ liter, larutan II yaitu *Chromic acid*(CrO₃) 150 gr/ liter, *Sulphuric Acid* (H₂SO₄) 22 gram/ liter, dan larutan III yaitu *Chromic acid*(CrO₃) 200 gr/ liter, *Sulphuric Acid* (H₂SO₄) 30 gram/ liter. Larutan I memperoleh hasil ketebalan yang berturut-turut sebesar 10.5, 16.21, dan 28.57 μm , variasi larutan II juga memperoleh hasil ketebalan yang berturut-turut sebesar 12, 18.11, dan 31.14 μm dan dengan variasi

larutan III juga memperoleh hasil yang berturut-turut yaitu 13.25, 20.54, dan 32.85 μm . Akan tetapi kualitas kekerasan lapisan pada produk kuningan menurun dan tidak stabil pada waktu antara 25-30 menit, yaitu larutan I dengan hasil berturut-turut yaitu 97.83, 106.33 dan 107.67 VHN, larutan I dengan hasil berturut-turut 101.93, 108.33 dan 100 VHN, dan larutan III berturut-turut yaitu 107.67, 112.67, dan 105.56 VHN.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Logam

Logam adalah unsur kimia yang siap membentuk ion (kation) dan memiliki ikatan logam. Logam memiliki sifat keras, mengkilap, penghantar panas serta penghantar listrik yang baik. Unsur-unsur logam umumnya berwujud padat pada saat suhu dan tekanan logam tersebut normal. Ada banyak macam-macam logam, berikut contohnya: aluminium, tembaga, emas, besi, perak, titanium, uranium, seng dan krom (Sosrosuhardjo, 2010).

Selain logam murni ada pula yang disebut logam paduan. Logam paduan adalah campuran logam dengan logam lain sehingga menghasilkan paduan yang mempunyai karakteristik lebih kuat. Logam paduan antara lain paduan baja, solder, timah, duralumin, perunggu, amalgam, dan kuningan.

Sifat logam cenderung dikaitkan ke elektron negatif, yaitu cenderung melepaskan elektron yang membentuk ion positif. Sehingga menyebabkan sifat logam tergantung pada energi ionisasi. Ditinjau dari konfigurasi elektron, unsur-unsur logam cenderung melepaskan elektron, sedangkan unsur-unsur non logam

cenderung menangkap elektron. Sesuai dengan kecenderungan energi ionisasi dan keelektronegatifannya maka sifat logam-nonlogam dalam periodik unsur adalah dari atas kebawah dalam satu golongan, sifat logam bertambah sedangkan sifat non logam berkurang dan dari kiri ke kanan dalam satu periode, sifat logam berkurang sedangkan sifat nonlogam bertambah.

Pada umumnya logam memiliki sifat istimewa sebagai berikut:

1. Kuat kecuali raksa

Kekerasan dan kekuatan logam dapat ditingkatkan sesuai dengan kebutuhannya, misalnya mencampur logam dengan logam lain atau mencampur logam dengan nonlogam.

2. Dapat ditempa dan dapat diregangkan

Semakin simetris pada susunan atom suatu logam, akan semakin mudah untuk ditempa dan diregangkan.

3. Konduktor listrik yang baik

Muatan negatif yang berasal dari luar akan mendorong larutan elektron. Sehingga membuat listrik bisa mengalir pada logam.

4. Penghantar panas yang baik

Elektron pada logam akan menerima sejumlah energi kinetik. Sehingga menimbulkan gerakan yang semakin lama semakin cepat, elektron yang bergerak cepat akan membagi energi ke elektron lainnya, sehingga pada bagian logam akan menghasilkan panas.

5. Mengkilap jika terkena cahaya

Kilap logam terjadi karena permukaan pada logam dapat memantulkan cahaya. Elektron pada logam akan naik pada tingkat energi yang lebih tinggi. Kemudian memancarkan kembali energi yang telah diserap.

2.2.2 Kuningan

Kuningan adalah logam yang merupakan campuran dari tembaga dan seng. Tembaga merupakan komponen utama dari kuningan. Kuningan biasanya diklasifikasikan sebagai paduan tembaga. Warna kuningan bervariasi dari coklat kemerahan gelap hingga cahaya kuning. Kuningan lebih kuat dan lebih keras dari pada tembaga, tetapi tidak sekuat atau sekeras seperti baja. Kuningan sangat mudah untuk dibentuk dalam berbagai bentuk. Kuningan bertindak sebagai konduktor panas yang baik dan umumnya tahan terhadap korosi dan air garam. Tembaga atau *Cumprum* (*Cu*) merupakan logam yang banyak sekali digunakan karena mempunyai sifat hantaran arus dan panas yang baik.

Seng merupakan unsur pertama golongan 12 pada tabel periodik. Seng (bahasa Belanda *zink*). Zink atau timah sari adalah unsur kimia dengan lambang kimia Zn, bernomor atom 30 dan masa atom relatif 65,39. Seng merupakan unsur paling melimpah ke-24 di kerak bumi dan memiliki lima isotop stabil. Bijih seng yang paling banyak ditambang adalah *sفالerit* (seng sulfida). Seng lebih banyak mempengaruhi warna kuningan tersebut.

Menurut jenisnya, kuningan terbagi menjadi beberapa spesifikasi antara lain:

1. *Admiralty brass*, mengandung 30% seng dan 1% timah.

2. *Aich brass*, mengandung 60,66% tembaga, 36,58% seng, 1,02% timah, dan 1,74% besi.
3. *Alpha brass*, memiliki kandungan seng kurang dari 35%.
4. *Alpha-beta brass*, sering juga disebut duplex, mengandung 35%-45% seng.
5. *Aluminium brass*, mengandung aluminium yang meningkatkan sifat ketahanan korosi.
6. *Arsenikum brass*, berisi penambahan arsenic dan aluminium.
7. *Catridge brass*, mengandung 30% seng.
8. *Common brass*, mengandung 37% seng.
9. *DZR brass*, kuningan dengan presentase arsenic kecil.
10. *High brass*, mengandung 65% tembaga dan 35% seng.
11. *Low brass*, mengandung 20% seng.
12. *Mangan brass*, mengandung 70% tembaga, 29% seng, dan 1,3% mangan.
13. *Nikel brass*, mengandung 70% tembaga, 24,5% seng, dan 5,5% nikel.
14. *Navy brass*, mengandung 40% seng dan 1% timah.
15. *Red brass*, mengandung 85% tembaga, 5% timah, 5% timbale, dan 5% seng.
16. *Tombac brass*, mengandung 15% seng.
17. *Tonval brass*, sering disebut CW617N/ CZ122/ OT58, paduan tembaga-timbal-seng.
18. *White brass*, mengandung seng lebih dari 50%.

19. *Yellow brass*, mengandung 33% seng.

Berdasarkan jenis kuningan diatas, kuningan yang paling bagus adalah kuningan dengan jenis *catridge brass* dengan komposisi 70% tembaga dan 30% seng didalam campuran kuningan karena dapat menghasilkan ketahanan korosi yang tinggi, paduan seng pada kuningan maksimal 35% untuk menghasilkan sifat yang mampu bertahan pada suhu dingin, oleh karena itu kuningan sangat banyak sekali digunakan untuk tangki kendaraan, fitting lampu, amunisi, senjata api, dan salah satunya untuk piston skep pada komponen karburator sepeda motor (Purwanti dan Sutjahjo, 2015).

2.2.3 Krom (*Chrome*)

Krom (*Chrome*) adalah unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang Cr dan nomor atom 24. Krom bernilai sangat tinggi karena ketahanannya yang tinggi terhadap korosi dan kekerasannya. Oleh karena itu dalam bidang keteknikan krom digunakan sebagai pelapis unsur logam-logam lainnya. Logam krom juga berkilau, sehingga logam krom sering sekali digunakan untuk pelapisan sebagai pelapis guna untuk mendapatkan keindahan suatu produk/ benda kerja.

Unsur krom memiliki sifat fisika di dalamnya. Sifat fisika krom ini merupakan unsur logam yang berwarna putih mengkilap dan kebiru-biruan. Krom memiliki sifat dapat ditempa dan tahan korosi. Dalam unsur krom sendiri memiliki berat atom 51,996, titik leleh krom 2.130 °C, titik didih krom 2.945 °C, dan berat jenis krom sebesar 7,19 g/cm³. Sedangkan sifat kimia krom, didalam ion

krom mempunyai bilangan +2, +3, dan +6. Perbedaan valensi ini menentukan sifat-sifat kimianya.

2.2.4 Pelapisan Logam

Pelapisan logam adalah suatu cara/ media yang digunakan untuk memberikan sifat tertentu pada permukaan benda kerja, dimana diharapkan benda kerja tersebut akan memiliki permukaan yang lebih keras, halus dan lebih tahan terhadap korosi serta perbaikan struktur mikronya dan kemungkinan pula terjadi perbaikan pada sifat fisiknya. Pelapisan logam merupakan proses akhir (*finishing*) dari suatu produk. Proses tersebut dilakukan setelah benda kerja mencapai bentuk akhir/ setelah proses pengerjaan dengan mesin serta penghalusan pada permukaan benda kerja yang dilakukan sebelum proses pelapisan.

Pelapisan logam dapat diklasifikasikan menjadi beberapa macam, sebagai berikut:

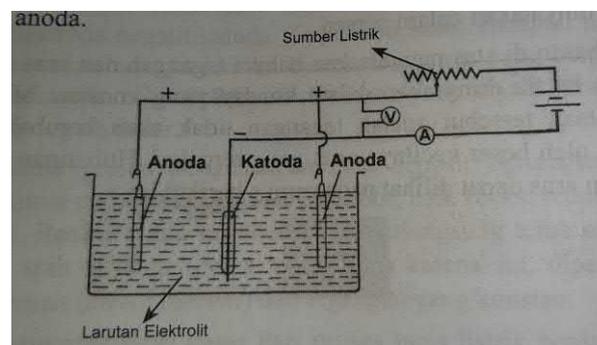
1. Pelapisan logam dengan logam lain dengan bantuan listrik (elektroplating).
2. Pelapisan logam dengan logam lain tanpa listrik.
3. Pelapisan logam dengan bahan oksida secara listrik.
4. Pelapisan logam dengan bahan oksida tanpa listrik.

2.2.5 Elektroplating

Elektroplating adalah proses pelapisan logam terhadap benda padat dengan menggunakan bantuan arus listrik searah melalui media larutan elektrolit (Saleh,

2014). Benda padat yang akan dilapisi harus konduktor/ dapat menghantarkan arus listrik karena apabila benda tersebut merupakan isolator/ tidak bisa menghantarkan listrik maka ion – ion logam yang melapisi pada proses pelapisan tidak bisa menempel ke logam yang akan dilapisi. Umumnya elektroplating digunakan untuk melapisi logam dengan logam yang lebih baik/ bagus hal tersebut dikarenakan selain untuk membuat benda menjadi terlihat lebih indah, bagus, serta menawan, pelapisan logam juga berguna untuk perlindungan terhadap karat serta korosi. Elektroplating yang dimanfaatkan untuk melindungi benda dari karat contohnya adalah pelapisan seng pada besi baja, selain itu ada pelapisan nikel, krom, dll yang umumnya ditujukan untuk mencegah karat serta menjadikan logam lebih keras dan mengkilap.

Pada proses elektroplating terjadi perpindahan ion logam dengan bantuan arus listrik melalui larutan elektrolit sehingga ion logam mengendap pada benda padat konduktif membentuk lapisan logam. Ion logam diperoleh dari elektrolit maupun berasal dari pelarutan anoda logam ke dalam elektrolit. Pengendapan terjadi pada logam yang berlaku sebagai katoda (Setyahandana dan Cristianto, 2017).



.....(Saleh, 2014)

Gambar 2.1 Elektroplating

Prinsip kerja elektroplating sama dengan pernyataan hukum Faraday I yang berbunyi, “Massa zat yang dihasilkan pada masing-masing elektroda selama elektrolisis berlangsung akan sebanding lurus dengan kuat arus atau jumlah muatan listrik yang digunakan”. Menurut hukum Faraday I jumlah zat-zat/ unsur-unsur yang 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 ekuivalen masing-masing zat tersebut (Saleh, 2014).

Pernyataan dalam hukum Faraday I tersebut dapat ditulis dengan rumus berikut:

$$B = \frac{I \cdot t \cdot e}{F} \dots \dots \dots (\text{Saleh}, 2014).$$

Dengan:

- B = Berat endapan lapisan (gram)
- I = Jumlah arus yang mengalir (ampere)
- t = Waktu proses pelapisan (detik)
- e = Berat ekuivalen (berat atom unsur dibagi valensi unsur tersebut)
- F = 96.500 C, yaitu jumlah arus listrik yang diperlukan untuk membebaskan 1 *greek* suatu zat

Dalam melakukan proses elektroplating, benda kerja yang akan dilapisi harus benar-benar bersih dari kotoran sebelum dicelupkan kedalam bak pelapisan elektroplating.

Kotoran pada permukaan substrat dapat berupa kotoran organik maupun anorganik. Kotoran organik terdiri atas berbagai bahan mineral, hewani, nabati, minyak, residu dan lain-lain termasuk sisa pengerjaan yang terdahulu pada permukaan benda kerja, sedangkan kotoran anorganik termasuk karat, debu, kerak dan sisa pengerjaan terdahulu atasnya.

Dalam proses pembersihan kotoran permukaan dibagi menjadi dua tahap pengerjaan yaitu proses pembersihan mekanik dan proses pembersihan kimia. Proses pembersihan mekanik terdiri dari pengerjaan *polishing*, dan *buffing*. Sedangkan pembersihan kimia terdiri dari pengerjaan *degreasing* dan *pickling*.

1. Proses pembersihan mekanik

Proses pembersihan mekanik bertujuan untuk membersihkan kerak serta kotoran pada permukaan benda kerja.

- a. *Polishing*

Polishing adalah suatu pengerjaan untuk menghilangkan kotoran serta menghilangkan kecacatan yang disebabkan oleh korosi pada permukaan benda kerja. Tujuannya agar diperoleh permukaan yang halus dan rata. Pengerjaan ini menggunakan mesin polishing yang menggunakan amplas dalam berbagai ukuran, mulai dari kertas ampelas kasar, kertas ampelas sedang kemudian kertas ampelas yang halus.

b. *Buffing*

Buffing merupakan bentuk pengerjaan pemolesan dengan menggunakan kertas ampelas yang sangat halus. Dengan tujuan untuk mengkilapkan permukaan benda kerja.

2. Proses pembersihan kimia

Proses pembersihan kimia bertujuan untuk membersihkan sisa-sisa kotoran yang berupa minyak, lemak, lilin dan bahan pemolesan *buffing*.

a. *Degreasing*

Pembersihan *degreasing* ini merupakan pembersihan dengan menggunakan metode perendaman, dilakukan dengan cara merendam benda kerja kedalam larutan basa selama 5-10 menit. Setelah itu benda kerja dicuci dengan larutan basa dengan air dingin yang mengalir. Larutan basa yang digunakan biasanya berupa sabun cuci.

b. *Pickling*

Pembersihan *pickling* ini merupakan pembersihan menggunakan metode perendaman, dilakukan dengan cara merendam benda kerja dalam larutan asam supaya kotoran, karat dan sejenisnya dapat hilang. Larutan asam ini biasanya terdiri dari campuran air bersih dengan HCL, H₂SO₄, dan HF.

Adapun fungsi dan tujuan dari proses elektroplating adalah sebagai berikut:

1. Memperbaiki tampak rupa (dekoratif)
2. Melindungi logam dengan logam yang lebih baik/ mulia
3. Meningkatkan ketahanan produk terhadap gesekan (abrasi)
4. Memperbaiki kehalusan/ bentuk permukaan

2.2.6 Pelapisan Krom (*Chrome*)

Pelapisan krom adalah proses *finishing* menggunakan metode pelapisan elektroplating oleh logam kromium (Cr) untuk mendapatkan hasil permukaan logam yang lebih baik.

Karena digunakan sebagai bahan pelapis, krom sangat menarik karena mempunyai warna khas putih-perak kebiru-biruan dan hitam pekat dengan kekuatan refleksi 65%. Krom pun mempunyai sifat tahan gesekan dan tahan panas dibawah 400°C.

Sistem pelapisan krom hanya dapat dilakukan dengan sistem rak karena proses pelapisan krom membutuhkan rapat arus yang tinggi. Pada proses pelapisan krom, anoda tidak berfungsi sebagai pelapis melainkan hanya ion-ion yang berada pada larutan saja, hal tersebut dikarenakan anoda pada proses pelapisan krom bersifat tak larut (*unsoluble anode*). Larutan krom bersifat sangat korosif maka dari itu anoda harus bersifat tahan terhadap korosi.

Ditinjau dari metode pelapisan krom, maka proses pelapisan krom dapat diklasifikasikan menjadi dua macam yaitu:

1. Krom dekoratif.

Pelapisan ini hanya memanfaatkan krom sebagai pelapis tipis, yang kegunaannya untuk membuat permukaan benda menjadi terlihat lebih cemerlang dan berkilau. Pada tahap pengerjaannya benda dilapisi terlebih dahulu oleh nikel dan baru di finishing menggunakan krom, dan pada saat pencelupan durasinya hanya 5-15 detik saja. Lapisan krom dekoratif ini tahan terhadap abrasi dan biasanya digunakan untuk pelapisan perabot rumah tangga, *sparepart* kendaraan bermotor, alat-alat medis, dll.

2. Krom keras (*hard chrome*)

Pelapisan krom keras merupakan pemanfaatan pelapisan logam kromium (Cr) untuk mendapatkan hasil material yang tahan panas, tahan gesekan, dan tahan terhadap korosi. Pelapisan krom keras dilakukan dengan langsung melapisi benda dengan krom tanpa ada lapisan perantara (Saleh, 2014).

2.2.7 Krom Keras (*Hard Chrome*)

Krom keras adalah lapisan krom yang diendapkan atau dilapiskan pada besi cor, besi, baja, kuningan dan logam lainnya menggunakan media pelapisan elektroplating. Selama proses elektroplating, lapisan krom keras berperan sebagai anoda sehingga ion-ion berpindah ke benda yang akan dilapisi. Pada saat proses

pelapisan ini krom keras akan mengisi ruang-ruang pada benda yang memiliki rongga/ ruang ruang yang dapat mengakibatkan abrasi dan korosi.

Pelapisan krom keras dilakukan untuk memanfaatkan kelebihan krom yaitu tahan panas, tahan korosi, koefisien gesek rendah, dan abrasi. Oleh karena itu pelapisan krom keras banyak dimanfaatkan untuk melapisi produk-produk *engineering* seperti komponen kendaraan bermotor, komponen mesin tekstil, dan sebagainya.

Tebal lapisan krom sangat berpengaruh pada ketahanan lapisan terhadap korosi, tebal lapisan 8-10 mikron cukup untuk melindungi dari korosif ringan, tebal 13-18 cukup untuk menahan korosi di atmosfer dan ketebalan 50-70 mikron cukup efektif untuk melindungi terhadap reaksi kimia (Saleh, 2014).

Untuk menghasilkan pelapisan krom keras yang baik, Sebelum proses pelapisan maka benda yang akan dilapisi harus dietsa terlebih dahulu, karena pengerjaan etsa akan menentukan daya lekat (adhesi) lapisan pada benda kerja dan kontur lapisan. Pengerjaan etsa terbagi menjadi 2, yaitu etsa biasa dengan cara mencelupkan benda kerja kedalam larutan etsa sedangkan etsa dengan listrik dilakukan dengan larutan elektrolit yang dialiri listrik.

Pada pelapisan krom keras larutan yang digunakan adalah Chromic Acid (CrO_3) dan Asam sulfat (H_2SO_4) dengan perbandingan masing masing 100:1.

Hasil dari proses pelapisan krom keras dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

1. Arus listrik (Ampere)

Dalam melakukan proses pelapisan *hard chrome*, arus yang digunakan adalah arus searah atau Direct Current (DC). Rapat arus memperkecil butir endapan pada katoda/ benda kerja yang dilapisi (Saleh, 2014).

2. Konsentrasi larutan (g/L)

Dalam melakukan proses *hard chrome* konsentrasi larutan berpengaruh terhadap hasil pelapisan karena semakin naik konsentrasi larutan maka proses pelapisan juga semakin cepat (Saleh, 2014).

3. Jarak anoda dan katoda (cm)

Dalam melakukan proses *hard chrome* jarak anoda dan katoda berpengaruh pada ketebalan lapisan, semakin dekat jarak anoda dan katoda maka proses oksidasi pada anoda dan reduksi pada katoda semakin cepat (Saleh, 2014).

4. Tegangan listrik (Volt)

Dalam melakukan proses *hard chrome* tegangan listrik berpengaruh pada proses pelapisan karena semakin besar tegangan listrik yang digunakan maka pelapisannya semakin cepat (Saleh, 2014).

5. Suhu (°C)

Dalam melakukan proses *hard chrome* suhu berpengaruh pada proses pelapisan karena penentuan suhu yang tepat akan mempengaruhi kerataan pelapisan. Suhu dalam proses pelapisan biasanya antara 50 °C-55 °C (Saleh, 2014).

6. Durasi/ lama (Menit)

Dalam melakukan proses *hard chrome* lama waktu yang digunakan untuk pelapisan sangat berpengaruh pada kualitas dan kuantitas karena semakin lama proses pelapisan maka hasil pelapisan akan semakin tebal dan keras, serta apabila lama waktu pelapisannya kurang, hasil pelapisan tersebut akan tipis dan tidak keras. Akan tetapi proses pelapisan yang terlalu lama juga mengakibatkan turunya kualitas kekerasan pada benda kerja, dan benda kerja cenderung menjadi kusam (Saleh, 2014).

2.2.8 Ketebalan Lapisan

Hasil akhir dari proses pelapisan *hard chrome* adalah meningkatnya tebal hasil pelapisan. Suatu proses pelapisan dikatakan berhasil apabila mampu meningkatkan sifat barang yang dilapisi serta dapat berguna dengan baik.

Ketebalan lapisan merupakan jarak yang tercipta antara permukaan material dengan permukaan yang melapisi material. Untuk mendapatkan hasil dari uji ketebalan lapisan ini dilakukan dengan cara memotong spesimen menjadi 2 atau lebih bagian, kemudian potongan tersebut difoto menggunakan pembesaran

tertentu menggunakan foto mikroskop *Olympus C-35AD-4* kemudian foto tersebut digunakan untuk menganalisis skala pengukuran.



Gambar 2.2 Mikroskop *Olympus C-35AD-4*

Prosedur pengoperasiannya sebagai berikut:

1. Nyalakan alat uji ketebalan lapisan Mikroskop *Olympus C-35AD-4*.
2. Letakkan spesimen pada ragum di mikroskop.
3. Lakukan pembesaran 100x pada mikroskop.
4. Fokuskan untuk mengukur ketebalan lapisannya.
5. Catat hasil pengukuran beserta satuannya.

2.2.9 Kekerasan Lapisan

Hasil akhir dari proses pelapisan *hard chrome* adalah meningkatnya kekerasan hasil pelapisan. Suatu proses pelapisan dikatakan berhasil apabila mampu meningkatkan sifat barang yang dilapisi serta dapat berguna dengan baik.

Pengujian kekerasan *Vickers hardness test* didasarkan pada ketahanan bahan yang diuji terhadap penetrasi beban indenter terhadap spesimen uji (Subagiyo, 2017).

Untuk mendapatkan hasil kekerasan lapisan dilakukan menggunakan alat uji kekerasan *Vickers* dengan bahan yang terbuat dari intan dan berbentuk piramid bujur sangkar. Pada pengujian ini spesimen akan dirusak karena pengujian ini melukai spesimen dengan cara penekanan pada spesimen sehingga akan membentuk sudut dengan dua bidang miring yang berhadapan. Kemudian angka-angka kekerasan didapat dari hasil mengukur kedua panjang diagonal dari penekanan terhadap spesimen dan hasil tersebut dihitung menggunakan rumus kekerasan/ *VHN*.

Pengujian ini dapat dilakukan menggunakan alat *Vickers hardness test TH 710*.

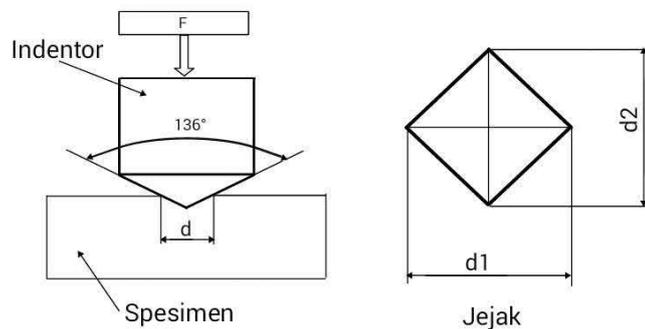


Gambar 2.3 Alat uji *Vickers hardness test TH 710*.

Prosedur pengopersiannya sebagai berikut:

1. Persipkan spesimen yang akan diuji
2. Tekan indenter piramida intan ke spesimen uji dengan memberikan gaya seberat 5gr.
3. Tunggu/ tahan hingga 15 detik
4. Bebaskan gaya dan lepaskan indenter dari benda uji.

5. Ukur 2 diagonal lekukan persegi yang terbentuk menggunakan mikroskop pengukur.
6. Ukur dengan teliti kemudian cari rata-ratanya.
7. Masukkan data tersebut kedalam rumus uji *Vickers*.



Gambar 2.4 Uji Kekerasan *Vickers*

Rumus nilai kekerasan *Vickers*

$$VHN = \frac{2F \sin \frac{136^\circ}{2}}{d^2} \dots\dots\dots(\text{Subagiyo, 2017}).$$

Dimana:

F = beban (kgf)

d = panjang diagonal rata-rata jejak berbentuk bujur sangkar (mm)

2.2.10 Foto Mikro Lapisan

Pengujian foto mikro ialah proses pengujian terhadap bahan logam/spesimen yang bentuknya tergolong halus. Pengujiannya memerlukan kaca pembesar lensa mikroskop dengan kualitas perbesaran 50 kali hingga 3000 kali. Pengujian foto mikro dilakukan untuk mengetahui bentuk-bentuk fase pada

permukaan lapisan setelah benda kerja dilakukan pemolesan dan proses etsa (Setiawan, 2013). Didalam foto mikro pada proses pelapisan *hard chrome*, *microcracks* merupakan bagian yang akan diamati secara langsung bagian-bagian pada foto mikro permukaan lapisan *hard chrome* (Diaz dkk, 2013).

Pengujian foto mikro pada penelitian ini digunakan untuk melihat permukaan hasil pelapisan *hard chrome*.

Untuk mendapatkan hasil foto mikro maka dapat menggunakan alat *Olympus PME*.



Gambar 2.5 Mesin foto struktur mikro *Olympus PME*

Prosedur pengoperasiannya sebagai berikut:

1. Persiapkan spesimen yang akan difoto.
2. Nyalakan alat dan setting alat dengan pembesaran 50 kali.
3. Letakkan spesimen pada alat uji.
4. Lakukan pengamatan pada daerah hasil lapisan.

5. Foto/ dokumentasikan hasil yang didapatkan.

2.3 Kerangka Berpikir

Saat ini banyak dijumpai industri-industri elektroplating yang ditekuni masyarakat yang salah satunya adalah bidang pelapisan logam khususnya *hard chrome*. Kurang pemahamannya pelaku usaha dalam menghadapi permasalahan menjadikan sering banyaknya kesalahan pada saat pengerjaan proses pelapisan. Sebagai contoh hasil pelapisan yang kurang tahan lama atau permukaan yang kusam. Selain itu, kurang sadarnya tentang pasar industri sehingga para pengusaha hanya menjadikan proses pelapisan sebagai penyedia jasa bukan untuk menghasilkan suatu produk pelapisan logam. Kuningan merupakan logam yang tergolong baru/ masih sangat sedikit penggunaannya didalam dunia industri, akan tetapi perkembangan dunia industri menjadikan logam kuningan sebagai sebuah inovasi didalam dunia industri contoh penerapan logam kuningan yaitu, piston skep karburator pada kendaraan bermotor. Piston skep menggunakan bahan kuningan karena logam kuningan mudah untuk dibentuk, tahan terhadap suhu dingin, dan tahan terhadap korosi, akan tetapi kekerasan kuningan yang hanya 50-100 VHN menyebabkan kuningan memerlukan perlakuan khusus yaitu metode pelapisan *hard chrome* untuk menambah ketebalan dan kekerasan pada logam kuningan. Untuk itu didalam penelitian ini akan meneliti tentang pengaruh lama proses *hard chrome* pada pelat kuningan.

Proses sebelum dan sesudah pelapisan tentu akan sangat mempengaruhi hasil. Jika proses tersebut dilakukan dengan benar dan memperhatikan faktor-

faktor yang mempengaruhi hasil pelapisan dapat terminimalisir. Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil pelapisan antara lain: arus listrik, konsentrasi larutan, jarak anoda dan katoda, tegangan listrik, suhu, dan lama proses pelapisan. Pada penelitian ini, akan melakukan variasi antara lama pelapisan 20 menit, 25 menit, dan 30 menit. dari variabel tersebut diharapkan dapat mempengaruhi hasil pelapisan *hard chrome* lebih tinggi dengan dilakukan uji ketebalan, uji kekerasan, dan foto mikro lapisan.

Hasil uji ketebalan, uji kekerasan, dan foto mikro lapisan dapat menjadi simpulan untuk mengetahui variasi variabel tersebut terdapat salah satu variabel dengan hasil yang tinggi. Setelah mendapatkan hasil yang tertinggi, variasi tersebut akan diterapkan untuk melapisi piston skep karburator yang berbahan logam kuningan.

2.4 Hipotesis

1. Ada pengaruh lama proses pelapisan *hard chrome* pada pelat kuningan terhadap ketebalan lapisan.
2. Ada pengaruh lama proses pelapisan *hard chrome* pada pelat kuningan terhadap kekerasan lapisan.
3. Ada pengaruh lama proses pelapisan *hard chrome* pada pelat kuningan terhadap foto mikro lapisan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil data dari metode pelapisan *hard chrome* pada pelat kuningan yang diperoleh mengenai lama proses pelapisan terhadap ketebalan, kekerasan, dan foto mikro lapisan dapat diambil simpulan sebagai berikut:

1. Lama proses pelapisan pada proses pelapisan *hard chrome* berpengaruh terhadap nilai ketebalan lapisan. Semakin lama proses pelapisan maka permukaan lapisan semakin tebal, pada penelitian ini ketebalan tertinggi terjadi pada pelapisan dengan lama 30 menit yaitu 15,77 μm .
2. Lama proses pelapisan pada proses pelapisan *hard chrome* berpengaruh terhadap nilai kekerasan lapisan. Hal ini dibuktikan dengan nilai kekerasan tertinggi terjadi pada pelapisan dengan lama 30 menit yaitu 148,21 VHN.
3. Lama proses pelapisan pada proses pelapisan *hard chrome* berpengaruh terhadap foto mikro yang dihasilkan pada setiap lama pelapisan. Hal ini dibuktikan dengan lama 30 menit menghasilkan foto mikro yang tampak lebih halus dibandingkan dengan lama pelapisan 20 menit dan 25 menit.
4. Hasil paling optimal didapat pada proses pelapisan *hard chrome* dengan lama 30 menit. Hasil pengujian yang didapatkan adalah nilai ketebalan sebesar 15,77 μm , nilai kekerasan 148,21 VHN, dan foto mikro yang tampak lebih halus.

5.2 Saran

Dalam penelitian ini yang dibahas hanya pengaruh lama proses *hard chrome* pada pelat kuningan terhadap ketebalan, kekerasan, dan foto mikro lapisan. Adapun saran-saran untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut:

1. Jika ingin melakukan pelapisan *hard chrome* dengan hasil ketebalan optimal maka disarankan untuk menggunakan lama pelapisan 30 menit atau lebih.
2. Jika ingin melakukan pelapisan *hard chrome* dengan hasil kekerasan optimal maka disarankan untuk menggunakan lama pelapisan 30 menit.
3. Jika ingin melakukan pelapisan *hard chrome* pada pelat kuningan dengan hasil ketebalan, kekerasan, dan foto mikro yang maksimal disarankan untuk menggunakan lama pelapisan 30 menit.
4. Pada penelitian pelapisan *hard chrome* selanjutnya tambahkan variasi lama pelapisan yang berbeda supaya menghasilkan tingkat ketebalan, kekerasan yang optimal, dan foto mikro yang lebih halus.
5. Pada penelitian *hard chrome* selanjutnya gunakan penambahan variabel selain lama pelapisan seperti jarak anoda dan katoda, tegangan, kuat arus, dll.
6. Penelitian selanjutnya sebaiknya penggunaan larutan tidak dilakukan secara berulang-ulang, lebih baik gunakan larutan per spesimen pada saat pelapisan.
7. Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk menambah perlakuan pada saat proses pelapisan tersebut, misalnya ditambahkan pengadukan larutan saat proses pelapisan atau pemberian pompa selama proses pelapisan berlangsung.
8. Peralatan yang digunakan untuk proses pelapisan *hard chrome* sebaiknya lebih memadai untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Alphanoda, A.F. 2016. Pengaruh Jarak Anoda-Katoda Dan Durasi Pelapisan Terhadap Laju Korosi Pada Hasil *Electroplating Hard Chrome*. *Jurnal Teknologi Rekayasa* 1(1): 1-6.
- Darmawan, A., Okariawan, D., dan Sari, N. 2015. Pengaruh Variasi Kuat Arus Listrik dan Waktu Proses *Electroplating* Terhadap Kekuatan Tarik, Kekerasan, dan Ketebalan Lapisan Pada Baja Karbon Rendah Dengan Krom. *Jurnal Dinamika Teknik Mesin* 5(2): 66-71.
- Dias, A.F., Villalobos, T., Gonzales, J.T., Guerrero, M., dan Vazquez, A.V. 2013. Microcrack Parameters Characterization in Hard-Coating Using Moments for Image Processing. *International Journal of Electrochem Science* 1(8): 9677-9691.
- Hadi, S. 2016. Pengaruh Komposisi Larutan Kimia dan Waktu Pelapisan *Chrome* Terhadap Ketebalan dan Kekerasan Lapisan Permukaan Pada Plat Kuningan. *Jurnal Teknik Mesin* 6(1): 38-42.
- Malau, V., dan Luppa, S. 2011. Pengaruh Variasi Waktu dan Konsentrasi Larutan NaCl Terhadap Kekerasan dan Laju Korosi Dari Lapisan Nikel Elektroplating Pada Permukaan Baja Karbon Sedang. *Prosiding Semnas Sains dan Teknologi* 2. Hal: 147-152.
- Najamudin. 2012. Kalibrasi dan Penggunaan Alat Ukur. Biologi. Universitas Bandar Lampung. Lampung.
- Purwanti, A.D., dan Sutjahjo, D.H. 2015. Pengukuran Laju Korosi Kuningan C26800 Pada Pelampung Karburator Dengan Media Premium Dan Pertamina Menggunakan Metode ASTM D-130. *Jurnal Teknik Mesin* 1(1): 36-42.
- Raharjo, S. 2010. Pengaruh Variasi Tegangan Listrik dan Waktu Proses *Electroplating* Terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro Baja Karbon Rendah Dengan Krom. *Prosiding Semnas Unimus*. Hal: 296-308.

- Saad, A., dan Nurzal. 2014. Pelapisan Listrik Khrom Pada Produk Kuningan Industri Rumah Tangga di Sumatera Barat Dengan Sumber Energi Baterai 60A/12V. *Jurnal Teknik Mesin* 4(2): 43-48.
- Saleh, Azhar A. 2014. *Electroplating Teknik Pelapisan Logam dengan Cara Listrik*. Bandung: Yrama Widya.
- Santosa, B., dan Syamsya, M. 2017. Pengaruh Parameter Proses Pelapisan Nikel Terhadap Ketebalan Lapisan. *Jurnal Teknik Mesin* 9(1): 25-30.
- Setiawan, H. 2013. Pengujian Kekuatan Tarik, Kekerasan, Dan Struktur Mikro Produk Cor Propeler Kuningan. *Jurnal SIMETRIS* 3(1): 71-79.
- Setyahandana, B., dan Cristianto, Y.E. 2017. Pengaruh Hard Chrome Plating pada Peningkatan Kekerasan Baja Komponen Kincir. *Jurnal Media Teknika* 12(1): 26-35.
- Sosrosumihardjo, D. 2010. *Mengenal Logam Beracun*. BPOM RI. Jakarta.
- Suarsana, I. 2008. Pengaruh Waktu Pelapisan Nikel Pada Tembaga Dalam Pelapisan Khrom Dekoratif Terhadap Tingkat Kecerahan dan Ketebalan Lapisan. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakram* 2(1): 48-60.
- Subagiyo. 2017. Analisis Hasil Kekerasan Metode Vickers Dengan Variasi Gaya Pembebanan Pada Baja. *Jurnal Majalah Techno* 6(2); 9-14.
- Sugiyono. 2016. *Metode Penelitian (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*. Bandung: Alfabeta.
- Sukarwan, Y. 2016. Analisis Variasi Waktu Proses Hard Chrome Terhadap Kekerasan dan Ketebalan Lapisan Pada Besi Cor Kelabu. *Jurnal Torsi* 1(1): 1-9.
- Syarief, A. 2007. Uji Ketebalan Dan Kekerasan Lapisan Chrom Keras Plat Baja ST37. *Jurnal Info Teknik* 8(1): 19-28.
- Tarwijayanto, D., Raharjo, W.P., dan Triyono, T. 2013. Pengaruh Arus Dan Waktu Pelapisan Hard Chrome Terhadap Ketebalan Lapisan Dan Tingkat Kekerasan Mikro Pada Plat Baja Karbon Rendah AISI 1026 Dengan Menggunakan CrO_3 250 gr/lt Dan H_2SO_4 2,5 gr/lt Pada Proses Elektroplating. *Jurnal Mekanika* 11(2): 109-115.

- Tauvana, A.I. 2006. Pengaruh Variasi Tegangan Dan Waktu Pelapisan Terhadap Kekilapan, Kekerasan, Dan Kekasaran Permukaan Alumunium. *Jurnal KURVATEK* 1(1): 1-6.
- Yerikho., Raharjo, W.P., dan Kusharjanta, B. 2013. Optimalisasi Variasi Tegangan dan Waktu Terhadap Ketebalan dan Adhesivitas Lapisan Pada Plat Baja Karbon Rendah Dengan Proses Electroplating Menggunakan Pelapis Seng. *Jurnal Mekanika* 11(2): 62-68.
- Yusrul., Purwanto, H., dan Respati, S. 2017. Pengaruh Waktu Pelapisan Elektro Nikel-Khrom Dekoratif Terhadap Ketebalan, Kekerasan, Dan Kekasaran Lapisan. *Jurnal Momentum* 13(1): 7-10.