PENGARUH TEMPERATUR DAN LAMA PROSES *HARD CHROME* PADA PELAT BAJA ST37 TERHADAP KETEBALAN DAN KEKERASAN LAPISAN

Skripsi

Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar

Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Mesin

Oleh

Bimo Tri Cahyanto

NIM. 5201415068

PENDIDIKAN TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2020

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : BImo Tri Cahyanto

NIM : 5201415068

Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Judul : Pengaruh Temperatur dan Waktu Proses *Hard Chrome* pada Pelat Baja terhadap Ketebalan dan Kekerasan 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, 26 Agustus 2020

Dosen Pembimbing

Samsudin Anis, S.T., M.T.Ph.D.

NIP. 197601012003121002

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **Pengaruh Temperatur dan Lama Proses *Hard Chrome* pada Pelat Baja ST37 terhadap Ketebalan dan Kekerasan Lapisan** telah dipertahankan didepan siding Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada Agustus 2020

Oleh:

Nama : Bimo Tri Cahyanto

NIM : 5201415068

Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Panitia Ujian Skripsi

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

Penguji 1,	Penguji 2,	Pembimbing
Drs. Sunyoto, M.Si.	Dr. Wirawan Sumbodo, M.T.	Samsudin Anis, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 196511051991021001	NIP. 196601051990021002	NIP. 197601012003121002

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik Unnes

Dr. Nur Qudus, 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 masukkan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulid 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, 26 Agustus 2020
Yang membuat pernyataan,

Bimo Tri Cahyanto
NIM. 5201415068

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Bagi siapa menempuh jalan untuk menuntut ilmu, maka Allah akan memudahkan jalannya ke surga. Sesungguhnya para malaikat meletakkan sayapnya(memayungkan sayapnya) kepada penuntut ilmu karena senang (rela) dengan yang ia tuntut.” (HR.Ibnu Majah)

“apapun yang dilakukan oleh seseorang itu, hendaknya dapat bermanfaat bagi dirinya sendiri, bermanfaat bagi bangsa, dan bermanfaat bagi manusia di dunia pada umumnya.” (Ki Hajar Dewantara)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk Ibu, Bapak, kakak, dan adik saya, serta teman-teman jurusan Teknik Mesin Angkatan 2015.

RINGKASAN

Cahyanto, Bimo Tri. 2020. Pengaruh Temperatur dan Lama Proses *Hard Chrome* pada pelat Baja ST37 terhadap Ketebalan dan Kekerasan Lapisan. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Samsudin Anis, S.T., M.T., Ph.D.

Kata Kunci: Suhu, Lama Pelapisan, *Hard Chrome*, Baja ST37

Ketebalan dan kekerasan lapisan berpengaruh terhadap masa pakai logam Baja ST37. Apakah Temperatur dan lama proses pelapisan mempengaruhi tingkat ketebalan dan kekerasan lapisan pada proses *Hard Chrome*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh temperatur dan lama pelapisan pelat baja ST37 dengan menggunakan metode pelapisan *Hard Chrome* terhadap ketebalan dan kekerasan lapisan.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian dengan eksperimen. Pada penelitian ini, perlakuan yang digunakan adalah temperatur dan lama proses pelapisan logam dengan *Hard Chrome*. Suhu yang digunakan adalah 45°C,50°C, dan 55°C, dan lama pelapisannya yaitu 10 menit, 20 menit, dan 30 menit. Setelah proses pelapisan *Hard Chrome,* selanjutnya pada masing-masing spesimen dilakukan pengujian ketebalan dan kekerasan lapisan. Analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis deskriptif. Yaitu mengamati langsung hasil eksperimen kemudian menganalisis dan menyimpulkan hasil penelitian yang telah dilakukan.

Hasil yang didapatkan dari pengujian ketebalan yaitu menghasilkan nilai rata-rata ketebalan lapisan tertinggi sebesar 8.9µm pada suhu 45°C, 9.1 µm pada suhu 50°C, dan 9.2 µm pada suhu 55°C. Hasil pengujian kekerasan lapisan yang didapatkan yaitu menghasilkan nilai rata-rata sebesar 266.27 VHN pada suhu 45°C, 339.98 VHN pada suhu 50°C, dan 451.53 VHN pada suhu 55°C. Dapat disimpulkan bahwa semakin lama proses pelapisan logam dengan suhu 45°C, 50°C, dan 55°C maka ketebalan dan kekerasan akan meningkat.

PRAKATA

Segala puji dan syukur krhadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taudik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul, "**PENGARUH TEMPERATUR DAN LAMA PROSES HARD CHROME PADA PELAT BAJA ST37 TERHADAP KETEBALAN DAN KEKERASAN LAPISAN**". Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis dengan segala ketulusan dan keikhlasan hati ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum. Rektor Universitas Negeri Semarang atass kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh studi di Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Nur Qudus, M.T. Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang
3. Rusiyanto, S.Pd, M.T. Ketua Jurusan Teknik Mesin dan Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin atas fasilitas yang disediakan bagi mahasiswa.
4. Samsudin Anis, S.T., M.T., Ph.D. Dosen pembimbing yang penuh perhatian dan telah berkenan memberi bimbingan dan pengarahan dalam penulisan serta kemudahan menunjukan sumber-sumber yang relevan dengan penulisan karya ini.
5. Drs. Sunyoto, M.Si., dan Dr. Wirawan Sumbodo, M.T. Dosen Penguji 1 dan 2 yang telah memberi masukkan yang sangat berharga berupa saran,

perbaikan, pertanyaan, komentar, tanggapan sehingga menambah bobot dan kualitas pada karya tulis ini.

6. Semua dosen Jurusan Teknik Mesin FT UNNES yang telah memberi bekal pengetahuan yang berharga.
7. Berbagai pihak yang telah memberi bantuan untuk karya tulis ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan dan masih jauh dari sempurna, kritik dan saran yang bersifat konstruktif sangat diharapkan demi menambah wawasan dan pengetahuan. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Semarang, 26 Agustus 2020

Bimo Tri Cahyanto

DAFTAR ISI

COVER i

PERSETUJUAN PEMBIMBING ii

PENGESAHAN iii

PERNYATAAN KEASLIAN iv

MOTTO DAN PERSEMBAHAN v

RINGKASAN vi

PRAKATA vi

DAFTAR ISI ix

DAFTAR TABEL xi

DAFTAR GAMBAR xii

DAFTAR LAMPIRAN xiii

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1. Latar Belakang Masalah 1

1.2. Identifikasi Masalah 4

1.3. Batasan Masalah 5

1.4. Rumusan Masalah 5

1.5. Tujuan Penelitian 6

1.6. Manfaat Penelitian 6

BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI 8

2.1. Kajian Pustaka 8

2.2. Landasan Teori 11

2.3. Kerangka Berpikir 27

2.4. Hipotesis 28

BAB III METODE PENELITIAN 29

3.1. Waktu dan Tempat Pelaksanaan 29
3.2. Desain Penelitian 30
3.3. Alat dan Bahan Penelitian 32
3.4. Parameter Penelitian 34
3.5. Teknik Pengolahan Data 35
3.6. Kalibrasi Instrumen 42
3.7. Teknik Analisis Data 43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 45
4.1. Deskripsi Data 45
4.2. Analisis Data dan Hasil Pembahasan 54
4.3. Komparasi data 61
BAB V PENUTUP 63
5.1. Simpulan 63
5.2. Saran 64
DAFTAR PUSTAKA 65
LAMPIRAN 69

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Jumlah Spesimen Uji 31

Tabel 3.2. Analisis Ketebalan Lapisan 40

Tabel 3.3. Analisis Kekerasan Lapisan..... 41

Tabel 4.1. Hasil Uji Kekerasan Lapisan pada Suhu 45°C 45

Tabel 4.2. Hasil Uji Kekerasan Lapisan pada Suhu 50°C 46

Tabel 4.3. Hasil Uji Kekerasan Lapisan pada Suhu 55°C 46

Tabel 4.4. Hasil Uji Ketebalan Lapisan pada Suhu 45°C..... 50

Tabel 4.5. Hasil Uji Ketebalan Lapisan pada Suhu 50°C..... 51

Tabel 4.6. Hasil Uji Ketebalan Lapisan pada Suhu 55°C..... 51

Tabel 4.7. Perbandingan uji ketebalan..... 61

Tabel 4.8. perbandingan uji kekerasan 61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. *Elektroplating* 12

Gambar 2.2. Alat Microscope Olympus C-35AD-4 24

Gambar 2.3 Alat uji Vickers Hardness test TH 710, ... 25

Gambar 2.4 Uji kekerasan *Vickers* 26

Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian 30

Gambar 3.2. Bak Plating 33

Gambar 3.3. Bak Pembersih 33

Gambar 3.4. Spesimen Uji 36

Gambar 3.5. Dimensi Spesimen Uji 36

Gambar 3.6. Proses Elektroplating 37

Gambar 3.7. Titik Spesimen Uji 38

Gambar 3.8. Titik Spesimen Uji 39

Gambar 4.1. Grafik Nilai Kekerasan Lapisan pada Suhu 45°C 47

Gambar 4.2 Grafik Nilai Kekerasan Lapisan pada Suhu 50°C 47

Gambar 4.3 Grafik Nilai Kekerasan Lapisan pada Suhu 55°C 48

Gambar 4.4 Grafik Rata-rata kekerasan lapisan pada suhu 45°C, 50°C, dan 55°C. 49

Gambar 4.5 Grafik Nilai Kekerasan Lapisan pada Suhu 45°C 52

Gambar 4.6 Grafik Nilai Kekerasan Lapisan pada Suhu 50°C 52

Gambar 4.7 Grafik Nilai Kekerasan Lapisan pada Suhu 55°C 53

Gambar 4.8 Grafik Rata-rata kekerasan lapisan pada suhu 45°C, 50°C, dan 55°C ..54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Usulan Dosen Pembimbing 70

Lampiran 2. Penetapan Dosen Pembimbing 71

Lampiran 3. Surat Tugas Dosen Pembimbing dan Penguji 72

Lampiran 4. Persetujuan Seminar Proposal 73

Lampiran 5. Daftar Hadir Peserta Seminar Proposal 74

Lampiran 6. Presensi Seminar Proposal 75

Lampiran 7. Undangan Seminar Proposal 76

Lampiran 8. Surat izin penelitian di CV. Gemilang Chrome 77

Lampiran 9. Surat izin penelitian di UNNES 78

Lampiran 10. Dokumentasi Penelitian 79

Lampiran 11. Spesimen Uji 80

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Dalam kehidupan, besi dan campurannya sudah sangat banyak digunakan, baik untuk peralatan rumah tangga, industri, kedokteran , dan lain-lain karena sifatnya yang kuat dan dapat menahan panas. Harganya yang terjangkau membuat material ini banyak ditemui di sekitar kita. Namun masalah yang sering ditemui adalah korosi pada material yang menyebabkan peralatan menjadi berumur pendek sehingga menambah banyak biaya yang harus dikeluarkan.

Korosi merupakan penurunan mutu logam yang diakibatkan karena reaksi kimia atau elektrokimia dengan lingkungan. Korosi ini menjadi beban dalam industri, tidak hanya penurunan daya guna dari logam, namun korosi juga mengakibatkan kerugian dari segi penampilan. Korosi tidak dapat dicegah namun dapat dikendalikan. Salah satu cara pengendaliannya yaitu dengan memberi lapisan pelindung pada permukaan logam dasar, diantaranya secara *elektroplating*. Selain tujuan tersebut, *elektroplating* juga mampu meningkatkan mutu dan nilai estetika pada produk (Tarwijayanto, 2013).

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(Sukrawan, 2016).

Pelapisan logam dengan cara *elektroplating* mempunyai banyak jenis, yaitu elektroplating seng, elektroplating tembaga, elektroplating krom, dan lain-lain. Pada elektroplating krom terbagi menjadi dua metode yaitu krom dekoratif dan krom keras (*hard Chrome).* Pada metode *Hard Chrome,* banyak jenis logam yang dapat dilapisi yaitu : besi, baja, tembaga, kuningan, dan material logam lainnya. Pelapisan logam dengan metode *Hard Chrome* sering diaplikasikan pada bidang teknik untuk pembuatan *as Hydraulic, as piston, shaft,* piston gas karburator, senjata api, knalpot, dan lain – lain.

Tujuan dari pelapisan *Hard Chrome* adalah sebagai pelapis besi dan meningkatkan ketahanan logam terhadap korosi, melapisi permukaan logam agar lebih keras, meningkatkan ketahanan logam terhadap gesekan dan memperbaiki kehalusan permukaan logam yang dilapisi. Penyebab terjadinya goresan/keausan pada permukaan logam adalah rusaknya permukaan logam, umumnya melibatkan kehilangan material yang progresif akibat adanya gesekan antara 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. 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 suhu dan waktu yang dilakukan oleh Sasmita (2016) tentang variasi suhu dan waktu pada baja karbon rendah dengan memvariasikan

suhu 45°C, 55°C, dan 65°C pada waktu 10 menit, 20 menit, dan 30 menit, diperoleh hasil pengamatan yaitu perbedaan waktu pelapisan baja karbon rendah dengan tembaga secara elektroplating dengan variasi waktu dan suhu menghasilkan lapisan yang tidak sama rata, namun tidak terlihat hubungan yang *gradual* antara suhu dengan waktu pelapisan dalam elektroplating baja karbon rendah oleh tembaga.

Hasil penelitian yang dilakukan Prasetyo (2018) tentang variasi suhu elektroplating terhadap ketebalan lapisan nikel baja ST37, dengan memvariasikan suhu (60°C, 70°C, dan 80°C), diperoleh hasil bahwa suhu pelapisan berpengaruh terhadap ketebalan lapisan nikel secara elektroplating. Dimana semakin tinggi suhu pencelupan maka semakin tebal lapisan tersebut, bentuk dan ukuran benda juga dapat mempengaruhi hasil ketebalan lapisan.

Hasil penelitian yang dilakukan Sukrawan (2017) tentang Variasi waktu proses *Hard Chrome* terhadap kekerasan dan ketebalan lapisan pada besi cor kelabu, dengan menggunakan parameter variasi waktu 40 – 80 menit dengan kenaikan interval 10 menit, sedangkan temperatur, kompisisi larutan elektrolit asam kromat dan rapat arus dibuat konstan. Dari penelitian tersebut didapatkan hasil tingkat kekerasan lapisan 872,14 VHN, dan ketebalan lapisan 288µm, dicapai pada variasi waktu 60 menit.

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

Penelitian Syarief (2007) tentang uji ketebalan dan kekerasan lapisan Chrom keras pada plat baja ST37, disimpulkan bahwa kekerasan dan ketebalan lapisan krom keras selain dipengaruhi oleh penggunaan rapat arus juga dipengaruhi oleh lama waktu proses pelapisan pada konsentrasi larutan 200gr /lt CrO_3 dan 2,0 gr/lt H_2SO_4.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Mangaraja (2005) tentang Variasi Temperatur dan Waktu Pelapisan terhadap Laju Pelapisan Nikel pada Baja Karbon Rendah. Disimpulkan bahwa laju pelapisan pada temperatur 60°C lebih tinggi dibandingkan pada temperatur 70°C untuk kondisi waktu yang sama dengan dasar perbedaan lapisan sebesar 0,0009 µm.

Berdasarkan pernyataan diatas, maka penulis memutuskan untuk mempelajari atau menganalisis tentang "**Pengaruh Temperatur dan Lama Proses *Hard Chrome* pada Pelat Baja ST37 terhadap Ketebalan dan Kekerasan Lapisan**".

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, maka dapat di identifikasikan masalah-masalah yang terjadi sebagai berikut :

1. Material Logam Baja sering mengalami gesekan dengan logam lain sehingga mengalami pengikisan permukaan dan mengurangi umur pakai.
2. Keausan pada Logam Baja dapat menyebabkan penurunan kualitas dan ketahanan produk.
3. Proses *elektroplating* sering sekali mengalami hasil dengan tingkat ketebalan yang tidak merata.

4. Proses *Hard Chrome* sering mengalami hasil dengan tingkat kekerasan yang kurang.
5. Lama waktu dan temperatur proses pelapisan sangat berpengaruh pada kualitas dan kuantitas hasil pelapisan elektroplating.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam memenuhi arah penelitian yang baik dan lebih fokus terhadap proses pelapisan *hard chrome,* dapat ditentukan sebagai berikut:

1. Benda kerja yang digunakan adalah pelat Baja ST37.
2. Benda kerja berbentuk pelat dengan ukuran 100 mm x 50 mm dan tebal 2 mm.
3. Variasi waktu yang digunakan adalah 10 menit, 20 menit, dan 30 menit. suhu yang digunakan adalah 45°C, 50°C, dan 55°C.
4. Tidak membahas laju korosi pada pelat yang telah dilapisi *Hard Chrome.*
5. Tidak membahas tentang efisiensi kuat arus, tegangan, elektrolit, dan jarak anoda-katoda pada pelat yang telah dilapisi *Hard Chrome.*

1.4. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, maka permasalahan yang timbul dalam proses pelapisan *Hard Chrome* adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh temperatur dan lama pelapisan pelat Baja ST37 dengan menggunakan metode pelapisan *Hard Chrome* terhadap ketebalan lapisan?

2. Bagaimana pengaruh temperatur dan lama pelapisan pelat Baja ST37 dengan menggunakan metode pelapisan *Hard Chrome* terhadap kekerasan lapisan?

1.5. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh temperatur dan lama proses pelapisan pelat Baja ST37 dengan menggunakan metode pelapisan *Hard Chrome* terhadap ketebalan lapisan.
2. Mengetahui pengaruh temperatur dan lama proses pelapisan pelat Baja ST37 dengan menggunakan metode pelapisan *Hard Chrome* terhadap kekerasan lapisan.

1.6. Manfaat Penelitian

1. Bagi Peneliti
   1) Menambah pengetahuan dan wawasan tentang metode pelapisan logam terutama metode pelapisan *Hard Chrome.*
   2) Mengetahui tentang hasil ketebalan dan kekerasan lapisan dari pelat besi dengan menggunakan variasi suhu dan waktu yang digunakan.
   3) Mengetahui temperatur dan lama pelapiasn yang baik dan optimal.
2. Bagi praktisi
   1) Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai sumber referensi bagi para pengusaha dibidang pelapisan logam khususnya elektroplating *hard chrome* untuk mengontrol parameter yang mempengaruhi hasil lapisan sehingga bisa meningkatkan kualitas produk.

2) Penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi pemanfaatan produk besi didalam dunia industri.
3) Penelitian ini dapat digunakan sebagai panduan untuk membuka usaha bagi pemula khususnya elektroplating *hard chrome*.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Kajian Pustaka

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

Darmawan (2015) meneliti tentang pengaruh variasi kuat arus dan waktu proses elektroplating pada baja karbon rendah dengan krom. Dengan variasi waktu 5 menit, 10 menit, dan 15 menit serta kuat arus sebesar 17,8 A, 22,7 A, dan 27,3 A. disimpulkan bahwa semakin besar kuat arus yang digunakan dan semakin lama waktu yang dibutuhkan maka hasil proses pelapisan logam 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/mm^3.

Hasil penelitian dari Tarwijaya (2013) terkait pengaruh arus dan waktu pelapisan *Hard Chrome* terhadap ketebalan lapisan dan tingkat kekerasan mikro pada pelat baja karbon rendah. Disimpulkan bahwa semakin lama waktu pencelupan maka kekerasan yang didapat juga semakin meningkat. Ketebalan lapisan mencapai nilai optimum pada waktu pelapisan 50 menit dan mengalami penurunan pada waktu pelapisan 60 menit.

Hasil penelitian dari Basmal (2012) tentang pengaruh suhu dan waktu pelapisan tembaga-nikel pada baja karbon rendah secara elektroplating terhadap nilai ketebalan dan kekasaran dengan mengunakan suhu 30°C, 40°C, 50°C dengan waktu 5 menit, 10 menit, dan 15 menit di masing-masing suhu. Disimpulkan bahwa nilai kekasaran permukaan dan ketebalan lapisan tembaga-nikel dalam proses elektroplating, suhu pelapisan memberikan pengaruh yang lebih besar dibandingkan dengan waktu pelapisan.

Hasil penelitian yang dilakukan Prasetyo (2018) tentang variasi suhu elektroplating terhadap ketebalan lapisan nikel baja ST37, dengan memvariasikan suhu (60°C, 70°C, dan 80°C), dan diperoleh hasil bahwa suhu pelapisan berpengaruh terhadap ketebalan lapisan nikel secara elektroplating. Untuk benda berukuran 50x20 mm dengan temperatur 60°C dan rata-rata massa awal 20,24 gram diperoleh ketebalan dengan rata-rata massa sebesar 0,02 gram dan memiliki rata-rata massa akhir 20,26 gram. Demikian pula benda berukuran 60x20 mm dengan temperatur 70°C dan rata-rata massa awal 24,06 gram diperoleh ketebalan dengan rata-rata massa yang sama sebesar 0,02 gram dan memiliki rata-rata massa akhir 24,08 gram. Sementara itu benda berukuran 50x20 mm dengan suhu 80°C dan rata-rata massa awal 21,37 gram diperoleh ketebalan dengan rata-rata massa 0,04 gram dan memiliki rata – rata massa akhir 21,41 gram.

Penelitian yang dilakukan oleh Malau (2011), 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, maka semakin naik pula tingkat kekerasan pada permukaan.

Hasil penelitian Syamsya (2007) tentang parameter proses pelapisan nikel terhadap ketebalan lapisan. Disimpulkan bahwa ketebalan lapisan nikel akan dipengaruhi oleh parameter rapat arus, temperatur dan waktu pelapisan. Semakin lama dan besar arus yang digunakan, maka lapisan yang dihasilkan semakin tebal.

Hasil penelitian dari Sasmita (2016) tentang pengaruh suhu dan waktu pelapisan tembaga pada baja karbon rendah secara elektroplating terhadap korosi dengan menggunakan variasi suhu 45°C, 55°C, 65°C dan waktu 10 menit, 20 menit, 30 menit di masing-masing suhu. Disimpulkan bahwa perbedaan waktu pelapisan baja karbon rendah dengan tembaga secara elektroplating dengan variasi waktu dan temperatur menghasilkan lapisan yang tidak sama rata. Namun tidak terlihat hubungan yang *gradual* antara suhu dengan waktu pelapisan dalam elektroplating baja karbon rendah oleh tembaga.

Hasi penelitian dari Sudarmono (2013) terkait pengaruh variasi temperatur proses pelapisan nikel khrom terhadap kualitas ketebalan dan kekerasan pada baja ST 40 dengan menggunakan variasi suhu 40°C, 45°C, 50°C, 55°C, dan 60°C diperlihatkan bahwa spesimen awal memiliki tingkat kekerasan permukaan sebesar 254,3 HB 30. Setelah dilapisi Ni, meningkat secara signifikan sebesar 337 HB 30. Hasil uji kekerasan mempunyai nilai optimum pada spesimen ST 40 – Ni – Cr dengan temperatur 55°C sebesar 354 HB 30. Sedangkan pada temperatur 60°C terjadi penurunan nilai kekerasan menjadi 345,3 HB 30. Hal ini

menunjukkan bahwa pada temperature elektroplating 55°C memberikan konduktivitas arus terbaik dan mobilitas ion-ion krom menempel pada permukaan spesimen, sehingga lapisan krom lebih padat yang menyebabkan kerapatan permukaan pada spesimen meningkat.

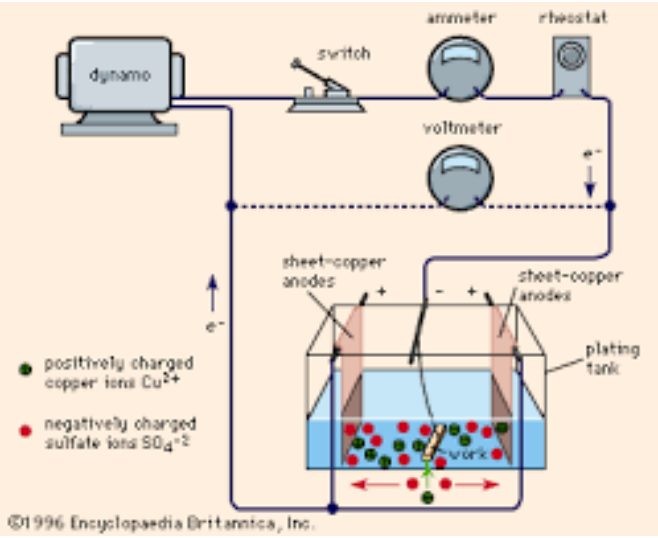
2.2. Landasan Teori

2.2.1. Pelapisan logam

Pelapisan logam adalah suatu cara yang dilakukan untuk memberikan sifat tertentu pada suatu permukaan benda kerja, dimana diharapkan benda tersebut akan mengalami perbaikan baik dalam hal struktur mikro maupun ketahanannya, dan tidak menutup kemungkinan pula terjadi perbaikan pada sifat fisiknya. Pelapisan logam merupakan bagian akhir dari proses produksi dari suatu produk. Proses tersebut dilakukan setelah benda kerja mencapai bentuk akhir atau setelah proses pengerjaan mesin serta penghalusan terhadap permukaan benda kerja yang dilakukan. Dengan demikian, proses pelapisan logam termasuk dalam kategori pekerjaan *finishing* atau sering disebut juga tahap penyelesaian dari suatu produk benda kerja.

2.2.2. Elektroplating

Lapis dengan listrik adalah suatu proses pengendapan zat atau ion-ion logam pada elektroda katoda (negatif) dengan cara elektrolisis. Hasil dari elektrolisis tersebut akan mengendap pada elektroda katoda (negatif). Terjadinya suatu endapan pada proses ini disebabkan adanya ion-ion bermuatan listrik yang berpindah dari suatu elektroda melalui elektrolit. Endapan yang terjadi bersifat adhesif terhadap logam dasar(Saleh, 2014)



Gambar 2.1. *Elektroplating*

(http://cibimarukochan-cibimarukochan.blogspot.com/2011/04/elektroplating.html)

Selama proses pengendapan atau deposit berlangsung, terjadi reaksi kimia pada elektroda dan elektrolit, baik reaksi reduksi maupun oksidasi. Reaksi kimia ini diharapkan berlangsung terus menerus dan menuju arah tertentu secara tetap. Oleh karena itu, diperlukan arus listrik searah (*direct current*) dan tegangan yang konstan.

Prinsip kerja elektroplating sama dengan bunyi pernyataan hukum Faraday I, " massa zat yang dihasilkan pada masing-masing elektroda selama elektrolisis berlangsung akan sebanding lurus dengan kuat arus atau jumlah muatan listrik yang digunakan" (Saleh, 2014). Menurut hukum Faraday I, jumlah zat - zat yang terbentuk pada elektroda selama elektrolisis sebanding dengan jumlah arus listrik yang mengalir dalam larutan elektrolit. Jumlah zat-zat yang dihasikan oleh arus listrik yang sama selama elektrolisis adalah sebanding dengan berat ekuivalen masing-masing zat tersebut (Saleh, 2014).

Proses elektroplating berdasarkan pada hukum Faraday I dapap ditulis dengan rumus :

$$B = \frac{I.t.e}{F} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.1)$$

Dengan :

B = berat zat yang terbentuk (gram)

I = jumlah arus yang mengalir (ampere)

t = waktu (detik)

e = berat ekivalen yang dibebaskan (berat atom unsur dibagi valensi unsur tersebut)

F = 96.500 C, yaitu jumlah arus listrik yang diperlukan untuk membebaskan 1 greek suatu zat

Hukum Faraday I sangat erat kaitannya dengan efisiensi arus yang terjadi pada proses pelapisan dengan cara eektroplating. Efisiensi arus adalah perbandingan berat endapan yang terjadi dengan berat endapan secara teoritis dan dinyatakan dalam persen.

Sebelum proses pelapisan, permukaan benda kerja yang akan dilapisi harus dalam kondisi benar-benar bersih dan bebas dari berbagai jenis pengotor sebelum dicelupkan kedalam bak pelapisan logam.

Pengotor yang terdapat pada benda kerja yang akan dilapisi dapat berupa pengotor oksida dan fluida geram. Kotoran oksida terjadi akibat bereaksinya logam dengan oksigen dan pengaruh dari lingkungan sekitar, sedangkan kotoran

fluida geram terbentuk karena adanya penggunaan fluida pada proses permesinan seperti bubut, bor, frais, dan gergaji.

Dalam proses pembersihan permukaan terbagi menjadi 2, yaitu pembersihan secara mekanik dan pembersihan secara kimia. Pembersihan secara mekanik terdiri dari pengerjaan *Polishing* dan pengerjaan *Brushing.* Sedangkan pembersihan kimia terdiri dari pengerjaan *Degreasing* dan pengerjaan *Pickling* (Saleh, 2014).

1. Proses pembersihan secara mekanik

   Proses ini bertujuan untuk menghaluskan permukaan dan menghilangkan goresan serts geram yang masih melekat pada benda kerja

a. *Polishing*

   Polishing adalah suatu pengerjaan untuk menghilangkan dan menghaluskan permukaan benda kerja akibat goresan-goresan yang terjadi akibat pengerjaan sebelumnya dan cacat yang akan mempengaruhi kualitas lapisan. Hal ini bertujuan untuk menghasilkan permukaan yang halus dan rata. Pengerjaan ini menggunakan mesin *polishing* dengan mengunakan ampelas berbagai ukuran, mulai dari ampelas kasar, ampelas sedang dan ampelas halus.

b. *Barreling*

   Barreling merupakan pengerjaan pembersihan dan pengolahan permukaan benda kerja berukuran kecil dalam jumlah yang besar secara bersamaan. Pengerjaan ini dikategorikan sebagai pembersih permukaan

benda kerja dari pengotor minyak, lemak, geram dan lain-lainnya sebelum dilanjut ke proses pelapisan.

2. Proses pembersihan secara kimia

   Proses pembersihan kimia dilakukan dengan menggunakan larutan kimia, sehingga terjadi reaksi yang dapat memisahkan pengotor dari permukaan benda kerja. Pengerjaan ini bertujuan untuk memisahkan sisa-sisa kotoran berupa, minyak, geram, dan sisa sisa bahan pemolesan *buffing*.

   a. *Electrolytic Degreasing*

      Pembersihan secara elektro adalah pembersihan yang menggunakan arus listrik searah atau *rectifier* dan bertujuan untuk mendapatkan hasil pembersihan yang lebih bersih dan meningkatkan kecepatan pencucian. Prinsip kerjanya yaitu benda kerja yang akan dibersihkan ditempatkan pada anoda atau katoda, anoda atau katoda yang dipakai adalah lempengan karbon. Sedangkan untuk jenis larutannya berbeda, tergantung metode pencuciannya.

   b. *Picking*

      Pembersihan *picking* ini merupakan pembersihan menggunakan metode perendaman, dilakukan dengan cara merendam benda kerja dalam larutan asam supaya kerak, karat dan sejenisnya dapat hilang. Larutan asam ini biasanya terdiri dari campuran air bersih dengan HCl, H_2SO_4, dan HF.

Adapun fungsi dan tujuan dari proses *electroplating* adalah sebagai berikut:

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

2.2.3. 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 berbentuk padat pada saat suhu dan tekanan normal. Ada banyak macam-macam logam, contohnya : uranium, besi, emas, perak, titanium, tembaga, seng, krom. (Sosrosumihardjo, 2010)

Terdapat dua jenis material logam, yaitu logam ferro dan non ferro. Logam ferro adalah suatu logam yang mengandung unsur besi, bahan logam ferro adalah unsur Fe dan C, tetapi ada unsur lain yang kadarnya lebih rendah. Contoh logam ferro antara lain :

1. Besi Tuang : campuran antara besi dan karbon 4%
2. Besi Tempa : campuran antara besi murni 99% dan sedikit rongsokkan.
3. Baja Lunak : campuran antara besi dan karbon 0.1-0.3%
4. Baja Karbon Sedang : campuran antara besi dan karbon 0.4-0.6%
5. Baja Karbon Tinggi : campuran antara besi dan karbon 0.7-1.5%

Logam non Ferro atau logam bukan besi adalah logam yang tidak mengandung unsur besi (Fe). Logam non Ferro murni kebanyakan tidak digunakan begitu saja tanpa paduan dengan logam lain, karena biasanya sifat-sifatnya belum memenuhi syarat yang diinginkan. Contoh dari logam non Ferro adalah:

1. Logam berat: nikel, seng, tembaga, timah putih, dan timah hitam.
2. Logam mulia/murni: emas, perak, platina.
3. Logam ringan: Alumunium, barium, kalsium.
4. Logam Refraktor/tahan api: Molibdenum, titanium, wolfram, zikronium.
5. Logam radioaktif: radium dan uranium.

Logam dibagi menjadi dua yaitu logam murni yang hanya terdiri dari satu jenis atom, seperti besi (Fe) murni, tembaga (Cu). Sedangkan logam paduan (Metal Alloy) yang terdiri dari dua atau lebih jenis atom yang merupakan campuran dari dua macam logam atau lebih yang dicampur satu sama lain dalam keadaan cair.

Logam murni yaitu logam yang memiliki kadar kemurnian 99,9%, titik lebur tinggi, merupakan penghantar listrik yang baik dan memiliki daya tahan terhadap karat. Logam murni kebanyakan tidak digunakan begitu saja tanpa dipadukan dengan logam lain, karena biasanya sifat-sifatnya belum memenuhi syarat yang diinginkan. Contoh logam murni adalah emas, timah, seng, dan alumunium.

Logam paduan (Metal Alloy) sering digunakan sebagai pengganti logam murni karena pada logam paduan memiliki sifat yang dapat memberikan

keuntungan dan kemudahan sebagai material pabrikasi seperti kekerasan pada logam paduan dapat ditingkatkan dari kekerasan logam asalnya, kekuatan tarik dapat diperbesar, daya pemuaian dapat di kurangi, titik lebur dapat diturunkan atau dinaikkan dibanding logam-logam asalnya. Sifat-sifat tersebut itulah yang tidak dimiliki logam murni sehingga logam murni dapat ditambahkan unsur logam lainnya untuk mendapatkan kelebihan-kelebihan dari sifat-sifat tersebut. Berikut beberapa contoh logam paduan, beserta karakteristik dan penggunaannya antara lain: Baja, tembaga dan paduannya, alumunium dan paduannya, nikel dan paduannya.

2.2.4. 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 kurang dari 1,5% berat sesuai grade-nya. Dalam proses pembuatan baja akan terdapat unsur-unsur lain selain karbon yang akan tertinggal dalam baja seperti mangan (Mn), silicon (Si), Kromium (Cr), vanadium (V) dan unsur lainnya. Berikut adalah jenis baja, yaitu:

1. Baja Lunak: campuran antara besi (Fe) dengan Karbon (C) 0.1-0.3%, sifatnya dapat ditempa
2. Baja Karbon Sedang: campuran antara Besi (Fe) dan Karbon (C) 0,4-0,6%, sifatnya sulit dibengkokkan, dilas dipotong.
3. Baja Karbon Tinggi: campuran antara Besi (Fe) dan Karbon (C) 0,7-1,5%, sifatnya dapat ditempa dan disepuh.

2.2.5. Krom /*Chrome*

Krom (*Chrome*) adalah sebuah unsur kimia dalam table periodic yang memiliki lambang Cr dan nomor atom 24. Krom merupakan logam tahan korosi (tahan karat) dan dapat dipoles menjadi mengkilat. Dengan sifat ini, krom banyak digunakan sebagai pelapis pada ornamen-ornamen bangunan, komponen kendaraan, seperti knalpot, maupun sebagai pelapis perhiasan, emas yang dilapisi krom ini lebih dikenal dengan sebutan emas putih,

Sifat krom sendiri berwarna putih mengkilat dan kebiru-biruan, tidak berbau, mudah ditempa dan tahan korosi. Krom di alam diperoleh dari bijih kromit ($FeCr_2O_4$). Dalam unsur krom sendiri memiliki massa atom 51,996 g/mol, densitas 7,19 g/cm^3, titik lebur krom 1907 °C, titik didih krom 2672°C, massa jenis krom 7,15 g/cm^3, massa jenis cair pada titik lebur krom 6,3 g/cm^3. Sedangkan sifat kimia krom didalam ion mempunyai bilangan +2, +3, dan +6. Perbedaan valensi ini menentukan sifat-sifat kimiannya.

2.2.6. Pelapisan Krom (*Chrome*)

Pelapisan Krom adalah proses *finishing* dengan menggunakan pelapisan elektroplating oleh logam Kromium (Cr) untuk mendapatkan hasil permukaan logam yang lebih baik.

Pelapisan dengan Krom dapat dilakukan pada berbagai jenis logam seperti besi, baja, tembaga, kuningan, dan lain-lain. Karena digunakan sebagai bahan pelapis, krom memiliki warna yang khas putih-perak kebiru-biruan dan hitam pekat dengan kekuatan refleksi 65%. Krom mempunyai sifat tahan gesekan dan tahan panas dibawah 400°C.

Pelapisan krom hanya dapat dilakukan dengan sistem rak karena proses pelapisan krom membutuhkan rapat arus yang tinggi. Pada prosesnya, anoda tidak berfungsi sebagai pelapis, melainkan hanya ion-ion yang berada pada larutan krom 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.

Dari metode pelapisan krom, proses pelapisan krom dapat di klasifikasikan menjadi dua macam, yaitu (Saleh, 2014):

1. **Krom Dekoratif**

   Pelapisan ini hanya memanfaatkan krom sebagai pelapis tipis, yang kegunaannya untuk membuat permukaan benda menjadi terlihat lebih 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 mermotor, alat-alat medis, dan lain-lain.

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 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 yaitu dilapiskan pada besi cor, besi, baja, tembaga, 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 berongga/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, dan sebagainya.

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

Untuk menghasilkan pelapisan krom keras yang baik, sebelum proses pelapisan benda yang akan dilapisi dietsa terlebih dahulu, karena karena pengerjaan etsa akan menentukan daya lekat (*Adhesi*) lapisan pada benda kerja dan kontur lapisan. Pengerjaan etsa terbagi menjadi 2, yaitu etsa biasa dengan mencelupkan benda kerja dalam larutan etsa sedangkan etsa dengan listrik dilakukan dengan larutan elektrolit dengan menggunakan aliran listrik.

Pada pelapisan krom keras, larutan yang digunakan *Chromic Acid* (CrO_3) dan *asam sulfat* (H_2SO_4) dengan masing-masing perbandingan 100 : 1.

Hasil dari proses pelapisan krom keras dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain (Saleh, 2014:15):

1. Rapat arus (*Current Density*)

   Rapat arus adalah bilangan yang menyatakan jumlah arus listrik yang mengalir per luas unit elektroda. Terbagi dalam dua macam, yaitu rapat arus katoda (*Cathode Currenty*) dan rapat arus anoda (*Anode Currenty Density*). Pada proses lapis listrik, rapat arus yang diperhitungkan ialah rapat arus katoda, yaitu banyaknya arus listrik yang diperlukan untuk mendapatkan atom-atom logam pada tiap satuan luas benda yang akan dilapisi. Satuan rapat arus dinyatakan dalam A/Dm^2, A/Ft^2, A/In^2.

2. Konsentrasi larutan (g/L)

   Dalam proses *hard chrome*, konsentrasi larutan berpengaruh terhadap hasil pelapisan karena semakin naik konsentrasi larutan maka proses pelapisan juga semakin cepat.

3. Tegangan listrik (Volt)

   Dalam proses *hard chrome* tegangan listrik berpengaruh pada proses pelapisan. Hal ini dikarenakan semakin besar tegangan listrik maka semakincepat proses pelapisannya.

4. Suhu (°C)

Dalam melakukan proses *hard chrome* suhu berpengaruh pada proses pelapisan karena penentuan suhu yang tepat akan mempengaruhi kerataan lapisan. Suhu dalam proses pelapisan biasanya berkisar antara 45°C-55°C.

5. Durasi/lama (menit)

Dalam proses *hard chrome* lama waktu yang digunakan untuk pelapisan logam sangat berpengaruh pada kualitas dan kuantitas karena semakin lama proses pelapisan, maka hasil pelapisan akan semakin tebal dan keras. Serta apabila waktu pelapisannya kurang atau singkat, hasil pelapisan tersebut akan tipis dan lunak. Akan tetapi proses pelapisan logam yang terlalu lama juga mengakibatkan turunnya kualitas kekerasan pada benda kerja, dan benda kerja cenderung kusam.

2.2.8. Ketebalan Lapisan

Hasil akhir dari peoses pelapisan *Hard Chrome* adalah meningkatnya tebal 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, dapat dilakukan dengan cara berikut :

1. Pengujian dengan merusak spesimen/benda kerja.

Pengujian ini dilakukan dengan cara memotong benda kerja menjadi 2 atau lebih, kemudian pitingan tersebut difoto dengan perbesaran tertentu dengan

menggunakan foto mikroskop, yang kemudian foto tersebut digunakan untuk menganalisis skala pengukuran.

2. Pengujian dengan tidak merusak spesimen/benda kerja

   Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan metode ultrasonik dengan alat *Microscope Olympus C-35AD-4* ke spesimen.

Gambar 2.2. Alat *Microscope Olympus C-35AD-4*

Prosedur pengoperasian *Microscope Olympus C-35AD-4* sebagai berikut :

1. Nyalakan alat uji ketebalan lapisan *Microscope Olympus C-35AD-4*
2. Letakkan spesimen pada ragum di mikroscop.
3. Lakukan pembesaran 100x pada mikroscop.
4. Fokuskan pada benda kerja untuk mengukur ketebalan lapisan
5. Catat hasil pengukuran beserta statusnya.

2.2.9. Kekerasan Lapisan

Hasil akhir dari proses pelapisan *Hard Chrome* adalah meningkatnya hasil kekerasan lapisan. Suatu proses pelapisan dikatakan berhasil jika mampu

meningkatkan sifat pada barang yang dilapisi serta dapat diggunakan dengan baik.

Untuk mendapatkan hasil kekerasan lapisan dilakukan dengan menggunakan alat uji kekerasan *Vickers* dengan bahan yang terbuat dari intan dan berbentuk piramid bujur sangkar. Pada pengujian *Vickers* spesimen akan dirusak dikarenakan pengujian ini bersiat melukai spesimen dengan cara penekanan pada permukaan spesimen sehingga akan membentuk sudut dengan dua bidang miring yang berhadapan. Kemudian angka-angka kekerasan didapat dari hasil pengukuran kedua panjang diagonal dari penekanan terhadap spesimen dan hasil tersebut dihitung menggunakan rumus kekerasan/*VHN* (Subagiyo, 2017).

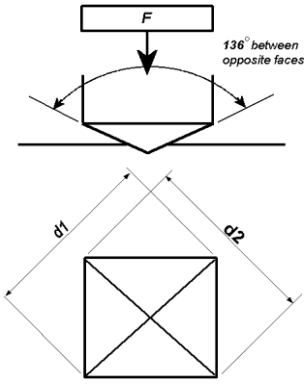
Pengujian dapat dilakukan dengan menggunakan alat *Vickers hardness test TH 710*.

Gambar 2.3 Alat uji *Vickers Hardness test TH 710*,

Prosedur pengoperasian alat *Vickers hardness test TH 710* sebagai berikut :

1. Persiapkan spesimen yang akan diuji

2. Tekan indentor piramida intan ke permukaan spesimen uji dengan memberikan gaya tertentu, proses tersebut dapat dilakukan dengan cara manual maupun otomatis.
3. Tunggu hingga 15 detik.
4. Bebaskan gaya den jauhkan indentor dari permukaan benda uji/spesimen.
5. Ukur dua diagonal lekukan persegi yang terbentuk menggunakan mikroskop pengukur.
6. Ukur dengan teliti dan cari rata-ratanya.
7. Masukkan data tersebut kedalam rumus uji *Vickers*.



Gambar 2.4 Uji kekerasan *Vickers*
https://novotest.id/metode-pengujian-brinnell-vickers/

Rumus yang digunakan pada proses pengujian dengan menggunakan *Vickers* adalah (Dieter, 1987) :

$$VHN = \frac{2F \sin\frac{136°}{2}}{d^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.2).$$

Dimana :

F = beban (kgf)

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

2.3. Kerangka Berpikir

Saat ini begitu banyak dijumpai industri-industri pelapisan logam yang ditekuni masyarakat salah satunya adalah *Hard Chrome*. Kurangnya pemahaman pelaku usaha dalam menghadapi permasalahan menjadikan sering terjadi kesalahan pada saat proses pelapisan. Misalnya suhu yang tinggi atau rendah, serta waktu baik yang terlalu singkat atau terlalu lama, dan juga permukaan yang kasar. Selain itu, kurang sadarnya pasar industri membuat pelaku usaha hanya menjadikan proses pelapisan logam sebagai penyedia jasa, bukan untuk menghasilkan suatu produk pelapisan logam. Baja merupakan bahan yang sangat banyak dan mudah didapatkan, serta banyak digunakan pada kehidupan, baik dibidang industri, kesehatan, dan peralatan-peralatan lainnya. Bahan Baja merupakan material yang kuat dan tahan terhadap panas, akan tetapi sifatnya yang mudah korosi menyebabkan material tersebut perlu perlakuan khusus yaitu dengan metode pelapisan *Hard Chrome* untuk menambah tingkat kekerasan dan ketebalan lapisan permukaan, serta agar besi terhindar dari korosi serta gesekan pada logam lain. Untuk itu didalam penelitian ini, peneliti akan meneliti tentang pengaruh temperatur dan lama waktu proses *Hard Chrome* pada pelat baja.

Proses sebelum dan sesudah pelapisan sangat berpengaruh terhadap hasil pelapisan. Jika proses tersebut dilakukan dengan benar sesuai dengan prosedur pengerjaan serta memperhatikan beberapa faktor-faktor yang mempengaruhi hasil pelapisan dapat terminimalisir. Beberapa faktor yang mempengaruhi hasil pelapisan diantaranya yaitu: rapat arus, konsentrasi larutan, tegangan listrik, suhu dan lama waktu pelapisan. Dalam penelitian ini, akan digunakan variasi

suhu 45°C, 50°C, dan 55°C serta waktu pelapisan 10 menit, 20 menit, dan 30 menit. Dari variabel tersebut diharapkan dapat mempengaruhi hasil pelapisan *Hard Chrome* lebih tinggi dengan dilakukan pengujian kekerasan dan pengujian ketebalan lapisan.

Hasil pengujian kekerasan dan pengujian ketebalan dapat menjadi simpulan untuk mengetahui variasi variabel tersebut terdapat salah satu variabel dengan hasil yang tinggi. Setelah mendapat hasil yang tinggi, variasi tersebut akan diterapkan untuk melapisi muffler knalpot yang berbahan pelat baja.

2.4. Hipotesis

1. Ada pengaruh temperatur dan lama waktu pelapisan *Hard Chrome* pada pelat baja ST37 terhadap kekerasan lapisan.
2. Ada pengaruh temperatur dan lama waktu pelapisan *Hard Chrome* pada pelat baja ST37 terhadap ketebalan lapisan.

BAB V

PENUTUP

5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil dari data metode pelapisan *Hard Chrome* pada pelat baja ST37 yang didapatkan dari pengujian variasi temperatur dan lama waktu proses pelapisan terhadap ketebalan dan kekerasan lapisan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Temperatur pelapisan dan lama waktu berpengaruh pada ketebalan lapisan. Semakin tinggi temperatur dan lama pelapisan maka permukaan lapisan semakin tebal, pada penelitian ini tingkat ketebalan tertinggi didapatkan pada lama pelapisan 30 menit pada masing-masing suhu, yaitu disuhu 45°C, 50°C, dan 55°C sebesar 8.9µm, 9.1 µm, dan 9.2 µm.
2. Temperatur dan lama waktu pelapisan berpengaruh pada kekerasan lapisan. Semakin tinggi temperatur dan lama waktu pelapisan maka permukaan lapisan akan semakin keras, pada penelitian ini, tingkat kekerasan tertinggi didapatkan pada lama pelapisan 30 menit pada masing-masing suhu 45°C, 50°C, dan 55°C sebesar 266,27 VHN, 339,98 VHN, dan 451,53 VHN.
3. Hasil optimal yang didapat pada proses pelapisan *Hard Chrome* yaitu dengan lama pelapisan 30 menit pada suhu 50°C. Hasil pengujian yang didapatkan adalah nilai ketebalan lapisan sebesar 9.1µm, dan nilai kekerasan lapisan sebesar 339,98 VHN.

5.2. Saran

Dalam penelitian ini yang dibahas hanya pengaruh variasi suhu dan lama pelapisan pada proses *Hard Chrome* pada pelat besi ST37 terhadap ketebalan dan kekerasan lapisan. Selanjutnya pada penelitian berikutnya disarankan:

1. Jika ingin melakukan proses pelapisan *Hard Chrome* dengan hasil yang optimal, maka disarankan untuk menggunakan suhu 50°C dengan lama pelapisan 30 menit atau lebih.
2. Pada penelitian pelapisan *Hard Chrome* selanjutnya, diharapkan untuk menambah variasi suhu dan lama pelapisan yang berbeda agar menghasilkan tingkat ketebalan dan kekerasan yang optimal.
3. Melakukan penelitian dengan memvariasikan parameter-parameter lain yang dapat mempengaruhi proses pelapisan *Hard Chrome*.
4. Pada penelitian selanjutnya, sebaiknya penggunaan larutan tidak dilakukan secara berulang-ulang, lebih baik digunakan pada beberapa spesimen pada saat pelapisan.
5. Pada penelitian selanjutnya, disarankan untuk menambah perlakukan pada saat proses pelapisan berlangsung, misalnya ditambahkan pengaduk larutan saat proses pelapisan.
6. Diharapkan peralatan yang digunakan untuk proses pelapisan *Hard Chrome* lebih memadai untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

Basmal, Bayuseno, dan S. Nugroho, 2012. Pengaruh Variasi Suhu dan Waktu Pelapisan Tembaga-Nikel pada Baja Karbon Rendah secara Elektroplating Terhadap Nilai Ketebalan dan Kekerasan. *Journal of Information Technology* 4(2) : 23-28

Darmawan, A., D. Okariawan, dan N. Sari, 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

Dieter 1987. 2011. "Uji Kekerasan Vickers" http://teknik-mesin1.blogspot.com/2011/06/uji-kekerasan-vickers.html, diakses pada 21 juli 2020 pukul 20.30

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.

Mulyaningsih, N., Iswanto, T.P., Sukrisno. 2012. Pengaruh Waktu Elektroplating Nikel Khrom Terhadap Kekerasan baja Stainless Steel AISI 304. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III*

Najamudin. 2012. Kalibrasi dan Penggunaan Alat Ukur. Biologi. *Universitas Bandar Lampung*. Lampung.

Napitupulu, Mangaraja, A.R. 2005. Pengaruh Temperatur dan Waktu Pelapisan terhadap Laju Pelapisan Nikel pada Baja Karbon Rendah. *Jurnal Teknik Mesin* 4(2): 345-351

Pamungkas A. S., H. Prasetyo, dan N. Mulyaningsih. 2018. Pengaruh Varias Temperatur Elektroplating Terhadap Ketebalan Lapisan Nikel Baja ST37. *Jurnal Dinamika Teknik Mesin 1(2)* : 1-3

Saleh, A.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.

Sasmita, D. 2016. Pengaruh Suhu dan Waktu Pelapisan Tembaga pada Baja Karbon Rendah secara Elektroplating terhadap Korosi. *Jurnal Teknik Mesin* 2(1): 61-65.

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.

Subagiyo. 2017. Analisis Hasil Kekerasan Metode Vickers Dengan Variasi Gaya Pembebanan Pada Baja. *Jurnal Majapahit Techno* 6(2); 9-14.

Sudarmono R.Y.,dan Widodo, E. 2013. Analisa Pengaruh Variasu Temperatur Proses Pelapisan Nikel Chrom Terhadap Kualitas Ketebalan dan Kekerasan pada Baja ST40. *Procceding Call Of Paper,* 1(2): 145-149

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, P.W.,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.

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.