

Analisa Proses *Electroplating Nickel-Chrome* Pada Metode Restorasi Klem Rem Sepeda Onthel Merk Phoenix Dengan Dua Variasi Waktu

Bima Ardi Baskoro

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
 Jl. Lingkar Selatan, Tamantirto, Bantul, Yogyakarta 55183, Indonesia
 email : baskorobimaardi@gmail.com

Abstrak

Indonesia adalah salah satu negara berkembang yang masih menggunakan sepeda onthel sebagai sarana transportasi yang ramah lingkungan, namun semakin banyaknya masyarakat yang menggunakan maka muncul masalah yang dialami oleh pengguna sepeda onthel. Salah satunya adalah seperti sparepart yang sudah tidak lagi diproduksi dan menjadi barang langka, apalagi banyak dari pengguna sepeda yang menginginkan sparepart yang asli dan masih orisinal. Maka dari itu salah satu cara yang tepat untuk menangani masalah ini adalah dengan cara restorasi menggunakan proses pelapisan logam atau disebut dengan proses *elektroplating*.

Proses ini bertujuan untuk mengetahui *ketebalan* lapisan spesimen dari klem rem sepeda onthel merk phoenix terhadap lama *waktu* proses pencelupan, selain itu untuk menentukan titik dari *ketebalan* spesimen dan tingkat *kekasaran* setelah melalui proses *electroplating* menggunakan variasi *waktu* terhadap hasil dari pengujian *ketebalan* dan *kekasaran*. Pada prinsipnya proses ini meliputi rangkaian dari arus listrik, anoda, katoda (benda kerja) dan larutan elektrolit. Proses ini meliputi pencelupan spesimen dengan larutan *nikel* selama 30 dan 60 menit, sedangkan proses pencelupan pada bak *krom* selama 30 detik.

Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa pengaruh variasi *waktu* sangat berpengaruh terhadap hasil dari uji *ketebalan* dan *kekasaran*. Pada pengujian *kekasaran* menggunakan waktu 30 menit diperoleh nilai rata-rata 0.106 μm , sedangkan dengan waktu 60 menit diperoleh nilai 0.089 μm . Pada pengujian *ketebalan* dengan *waktu* 30 menit diperoleh nilai rata-rata 37.92 μm dan pada saat menggunakan waktu 60 menit nilai *ketebalan* rata-rata yang diperoleh adalah 49.72 μm . Semakin lama proses pencelupan maka nilai *kekasaran* semakin kecil, namun dengan waktu yang singkat tingkat *kekasaran* semakin tinggi, begitupula dengan pengaruh *waktu* pencelupan terhadap pengujian *ketebalan*. Semakin lama proses pencelupan maka *ketebalan* lapisan semakin besar namun jika proses pencelupan yang singkat nilai *ketebalan* yang diperoleh juga kecil.

Kata kunci : *elektroplating*, nikel, krom, waktu, ketebalan, kekasaran.

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang masih menggunakan sepeda *onthel* sebagai sarana transportasi yang ramah lingkungan. Namun semakin banyaknya masyarakat yang menggunakan sepeda *onthel* muncul beberapa kendala yang dialami oleh pengendara sarana transportasi tersebut, salah satunya seperti sparepart dari sepeda *onthel*

yang tidak lagi diproduksi secara besar dan menjadi barang langka. Semakin bertambah tuanya umur dari sepeda *onthe!*, maka sparepart yang digunakan akan memiliki tingkat ketahanan yang semakin kecil. Hal ini terjadi karena jika terdapat interaksi antara besi dan udara maka akan muncul gejala seperti korosi yang akan membuat ketahanan besi menjadi kecil. Oleh karena itu, kita harus melindungi besi tersebut dari korosi salah satunya dengan metode pelapisan atau biasa dikenal dengan metode *electroplating*. Metode *electroplating* dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai cara yaitu secara pelelehan, semprot, endap, vakum, rich coating dan *electroplating* (Saleh, 2014). Salah satu cara untuk melindungi logam adalah dengan proses *electroplating*, proses ini yang membutuhkan listrik arus searah (DC), elektrolit disesuaikan dengan lapisan yang akan diinginkan, logam pelapis (anoda) dan benda kerja yang akan dilapis (katoda). Di dunia industri ada beberapa macam logam pelapis yang sering digunakan dalam proses pelapisan secara *electroplating*, diantaranya adalah *Nickel* (Ni), dan *Chrome* (Cr). Pelapisan *Nickel* dan *Chrome* umumnya ditujukan untuk menjadikan benda mempunyai permukaan lebih keras dan mengkilap selain untuk perlindungan terhadap korosi.

Chrome dikenal sebagai zat karsinogenik yang dapat merusak fungsi kerja DNA dalam sel, *chrome* juga dapat menyebabkan iritasi pada kulit dan mengganggu saluran pencernaan. Selain sebagai polutan, logam *chrome* juga bermanfaat dalam kegiatan sehari-hari maupun dalam proses industri, seperti *electroplating*. Oleh karena beracun dan berharganya logam ini maka sangat penting dilakukan proses pemisahan dari logam yang mengandung *chrome*, proses daur ulang merupakan aspek penting dalam perkembangan industri di masa depan (Choi and Moon, 2004).

Dengan adanya penelitian ini semakin banyak dari komunitas sepeda *onthe!* akan mendapatkan *spareparts* orisinil dengan mudah. Sehingga, dengan adanya penelitian ini diharapkan agar dapat memenuhi kebutuhan *spareparts* orisinil yang semakin langka dan untuk menambah nilai jual, keawetan serta keindahan dari barang tersebut. Selain itu, manfaat dari penelitian ini antara lain untuk memberikan informasi terkait ketebalan pada lapisan benda kerja dengan *variasi* waktu yang berbeda dan juga untuk mengetahui tentang prinsip dasar dari proses *electroplating*.

2. Dasar Teori

2.1. Proses *Electroplating*

Proses *electroplating* adalah elektrodposisi pelapisan/coating logam melekat ke elektroda untuk menjaga substrat dengan memberikan permukaan dengan sifat dan dimensi berbeda daripada logam basisnya tersebut. (Anton and Tomijiro, 1995:25). Proses *electroplating* dapat diartikan sebagai proses pelapisan logam dengan menggunakan bantuan arus listrik dan senyawa kimia, pelapisan logam dapat berupa lapis seng (zink), galvanis, perak, emas, brass, tembaga, nikel dan krom. Santoso (2007) berpendapat bahwa hasil dari pengaruh proses pencelupan ke dalam larutan elektrolit yang melapisi permukaan yang kasar menjadi permukaan yang halus. Semakin lama proses dan waktu pencelupan maka akan semakin rendah nilai dari hasil uji kekasarannya.

Sifat-sifat yang akan ditingkatkan adalah penggabungan sifat seperti berikut :

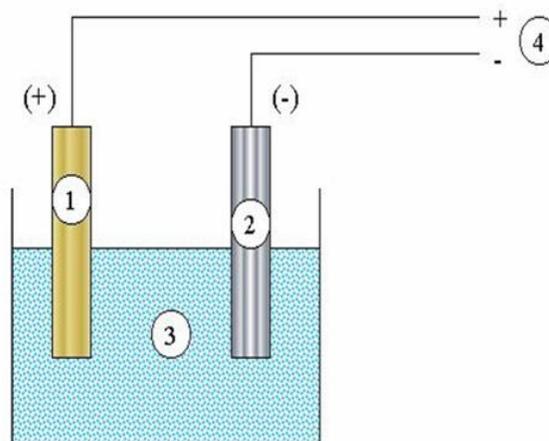
1. Daya tahan terhadap korosi (*corrosions resistance*)
2. Bentuk pada permukaan (*surface design*)
3. Daya tahan terhadap gores / aus (*scratch resistance*)
4. Harga / nilai (*value*)
5. Kemampuan untuk menerima energi tinggi (*energy accept ability*)
6. Daya kontak terhadap listrik (*power connection with electricity*)
7. Dapat memantulkan cahaya (*reflect on the light*)

8. Daya tahan terhadap temperature tinggi (*resistance to high temperatures*)

Prinsip kerja proses *electroplating* adalah suatu proses pengendapan zat (ion-ion logam) pada suatu logam dasar (katoda) melalui proses elektrolisa. Pada prinsipnya pelapisan logam dengan cara lapis listrik atau lebih dikenal dengan *electroplating* adalah merupakan rangkaian dari arus listrik, anoda, larutan elektrolit dan benda kerja (katoda). Keempat gugusan ini disusun sedemikian rupa sehingga membentuk suatu sistem lapis listrik dengan rangkaian sebagai berikut:

1. Anoda dihubungkan dengan katub positif dari sumber listrik.
2. Katoda dihubungkan dengan kutub negatif dari sumber listrik.
3. Anoda dan katoda direndam dalam larutan elektrolit.

Prinsip kerja pelapisan listrik / *electroplating* bisa dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.1. Skema pelapisan logam secara listrik (*electroplating*)

(Suarsana, 2008)

Keterangan :

1. Anoda (bahan pelapis)
2. Katoda (benda yang dilapisi)
3. Elektrolit
4. Sumber arus searah

Electroplating termasuk proses elektrolisis yang dilakukan pada bejana sel elektrolisa dan berisi larutan elektrolit, pada cairan tersebut paling sedikit tercelup 2 elektroda. Dengan adanya arus listrik yang mengalir dari sumber maka elektron dialirkan melalui elektrode positif (anoda) menuju elektrode negatif (katoda) dan dengan adanya ion-ion logam yang didapat dari elektrolit maka menghasilkan logam yang melapisi permukaan logam yang lain yang dilapisi.

Kaban (2010) beberapa penelitian mengenai pengaruh waktu pencelupan dan temperatur pada poses *electroplating*, beberapa substrat yang telah dilakukan proses *electroplating* menggunakan waktu yang bervariasi dan dengan waktu yang konstan, didapatkan semakin besar temperatur maka massa lapisan *nickel* yang menempel pada substrat semakin banyak. Semakin lama waktu pencelupan maka kekerasan yang didapat juga semakin meningkat (Danang, 2013). Ketebalan dari hasil pelapisan dapat dipengaruhi oleh lamanya pencelupan, krom yang dilapiskan pada baja semakin tebal seiring dengan bertambah nya proses waktu

pencelupan (Ahmad, 2011). Selain itu pada penelitian tentang pengaruh besar tegangan listrik terhadap ketebalan lapisan *krom* dengan menggunakan variasi waktu yang berbeda, menunjukkan bahwa semakin lama proses pencelupan maka nilai tingkat ketebalan lapisan sebuah benda juga semakin tebal.

2.2. Bahan Pelapis

Besi (*ferrum*) logam yang berasal dari bijih besi yang banyak digunakan untuk kehidupan sehari-hari. Besi adalah salah satu contoh logam yang banyak dan paling beragam penggunaannya. Salah satu kelemahan besi adalah mudah mengalami korosi yang mengakibatkan banyak kerugian pada sifat besi.

Nikel (*nickel*) adalah logam yang paling banyak digunakan dalam industri kimia dan proses pelapisan logam karena sifatnya yang tahan terhadap korosi dan lunak. Nikel berwarna putih keperak-perakan, berkilau halus sehingga jika dipoles akan kelihatan tampak rupa yang indah dan mengkilap.

Krom (*chromium*) adalah jenis logam dengan sifat kekerasan yang tinggi, sehingga memberikan tampak rupa yang indah. *Chromium* banyak digunakan untuk melindungi alat-alat kecepatan tinggi (*high speed tool*). *Chromium* dapat diendapkan dengan menggunakan cara lapis listrik (*electroplating*) dengan semprot logam (*metal spraying*) (Hartomo dan Kaneko, 2011).

2.3 Pelapisan Logam

Salah satu cara yang sering dipakai dalam proses finishing suatu logam adalah pelapisan logam. Mekanisme dari proses ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode antara lain secara celup panas (*hot dip galvanis*), semprot logam (*metal spraying*) dan menggunakan listrik (*electroplating*).

2.4 Macam-Macam Pelapisan Logam

1. Pelapisan Dekoratif

Proses pelapisan ini bertujuan untuk menambah keindahan tampilan permukaan luar suatu produk atau benda kerja. Pelapisan ini sangat digemari oleh masyarakat karena memiliki warna yang cemerlang, tahan terhadap korosi dan dapat bertahan lama.

2. Pelapisan Protektif

Proses pelapisan ini bertujuan untuk melindungi logam yang dilapisi dari korosi karena logam pelapis tersebut akan memutus interaksi dengan lingkungan sehingga terhindar dari proses oksidasi.

3. Pelapisan Sifat Khusus Permukaan

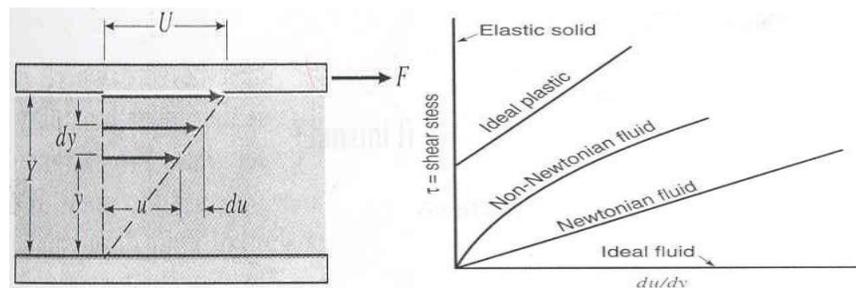
Pelapisan ini bertujuan untuk mendapatkan sifat khusus pada permukaan seperti sifat keras, tahan aus dan sifat tahan terhadap suhu tinggi. Misalnya, dengan melapisi bantalan dengan logam nikel agar bantalan lebih keras dan tidak mudah aus akibat terkena gesekan pada saat berputar.

2.5 Faktor yang Mempengaruhi Proses Elektroplating

1. Suhu untuk menyeleksi cocoknya jalannya reaksi dan saat melindungi lapisan.
2. Kerapatan arus untuk mempengaruhi waktu plating untuk mencapai ketebalan yang diperlukan.

3. Konsentrasi ion faktor yang berpengaruh pada struktur deposit, dengan naiknya konsentrasi logam maka dapat membantu mobilitas ion.
4. Agitasi untuk menentukan jalannya katoda dan larutan, agitasi dilakukan untuk menghindari bentuk atau struktur yang tidak seragam.
5. *Throwing Power* larutan penyalur dengan ketebalan merata dan sejalan dengan terus berubahnya jarak antara anoda dan permukaan selama pelapisan.
6. Konduktivitas hal ini tergantung pada konsentrasi ion atau jumlah molekul.
7. Nilai pH derajat keasaman (pH) faktor penting untuk mengontrol larutan *electroplating*.
8. Pasivitas gejala yang sering dialami pada logam yang mengalami korosi dimana hasil korosi menjadi lapisan pasif.
9. Waktu Pelapisan sangat berpengaruh pada nilai ketebalan yang dihasilkan.
10. Cairan Elektrolit adalah cairan yang mengandung unsur logam pelapis yang digunakan sebagai penghantar arus dan penambah ion logam pelapis.
11. Viskositas ukuran ketahanan fluida terhadap deformasi akibat tegangan geser. Terbentuknya viskositas dipengaruhi oleh pertukaran momentum dari molekul fluida.

Menurut Newton tegangan geser dalam suatu fluida sebanding dengan laju perubahan kecepatan normal. Hubungan antara tegangan geser dan deformasi ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 2.2. Diagram alir proses pelapisan pada specimen.

Faktor proporsional μ disebut viskositas absolut (*absolute viscosity*) atau viskositas dinamis (*dynamic viscosity*) atau *coefficient of viscosity*, untuk selanjutnya disebut viskositas.

Perubahan tekanan dapat mempengaruhi besarnya viskositas, dalam perhitungan praktis perubahan terjadi karena perubahan tekanan yang sangat berpengaruh terhadap perubahan suhu, seperti pada :

1. **Untuk Zat Cair (Liquid)** viskositas yang dipengaruhi oleh gaya kohesi antar molekul, bila suhu naik maka viskositas akan berkurang. Jadi kenaikan suhu pada zat cair akan menurunkan viskositasnya.
2. **Untuk Gas** yang dipengaruhi oleh pertukaran momentum antar molekul. Bila suhu naik maka pertukaran momentum antar molekul akan bertambah sehingga nilai viskositas juga bertambah.
3. **Viskositas kinematis** adalah perbandingan ratio antara viskositas dinamis dengan massa jenisnya.

3. Metode Penelitian

3.1 Alat

1. Recifer atau Trafo Adaptor.
2. Bak Cairan Elektrolit.
3. Blower.
4. Pompa.
5. Pipa Titanium.
6. Heater.
7. Filter.
8. Mesin Poles.
9. Bor Tuner.
10. Gerinda.
11. Gunting / Cutter.
12. Sikat Wirebrush dan Kuas.
13. Kabel Tembaga.
14. Boumeter dan Thermometer.
15. pH Paper.
16. Stopwatch / Timer.

3.2 Bahan

1. Cairan Elektrolit *Nickel*.
2. Cairan Elektrolit *Chrome*.
3. Cairan *Chrome* Remover.
4. Cairan *Nickel* Remover.
5. Senyawa aditif anti pitting dan brightener.
6. Barium Carbonat (BaCO_3).
7. Sodium Metabisulfite ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$).
8. Chrome Catalyst (Cr).
9. Asam Chlorida (HCl) 32%.
10. Asam Nitrat (HNO_3) 85%.
11. Asam Sulfat (H_2SO_4) 98%.
12. Caustic Soda.
13. Calcium Carbonat.
14. Paint Remover.
15. *Nickel* Sheet.
16. Timah Plate dan Batu Ijo / Langsol.
17. Alkaline Cleaner.
18. Masker dan Kacamata.
19. Lem dan Amplas.
20. Kain Poli dan Sponge Polish.

3.3 Langkah Pengerjaan

Proses ini diawali dengan menentukan tujuan dan mempelajari konsep dasar *electroplating* dan pemilihan bahan untuk pengujian ini. Setelah menentukan benda kerja yang akan digunakan langkah selanjutnya adalah melakukan proses pencucian menggunakan sabun untuk menghilangkan bekas oli dan debu, setelah proses pencucian kemudian dilanjutkan dengan proses pemolesan benda kerja agar terlihat lebih bersih dan benda siap untuk proses selanjutnya. Langkah selanjutnya adalah benda kerja dicelupkan pada bak yang berisi cairan *nickel* yang menggunakan variasi waktu 30 menit dan 60 menit kemudian setelah pelapisan menggunakan *nickel* benda kerja tersebut dimasukkan pada

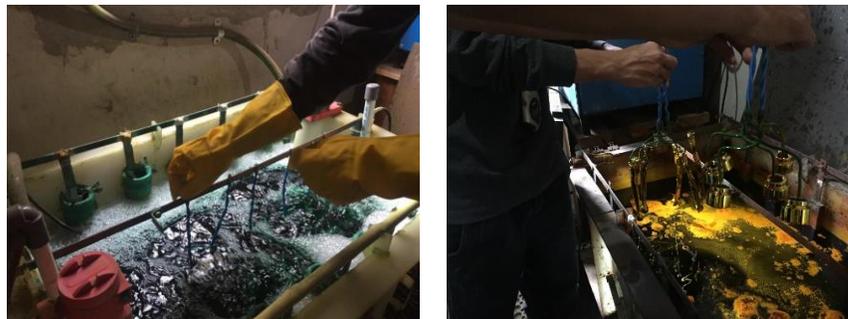
bak berisi cairan *chrome* selama 30 detik. Pengujian yang dilakukan adalah dengan pengujian kekasaran dan ketebalan. Langkah-langkah proses pelapisan ini juga dapat dilihat melalui gambar berikut :



Gambar 3.1 (a) Pemilihan benda kerja, (b) Pembagian benda kerja menjadi dua bagian

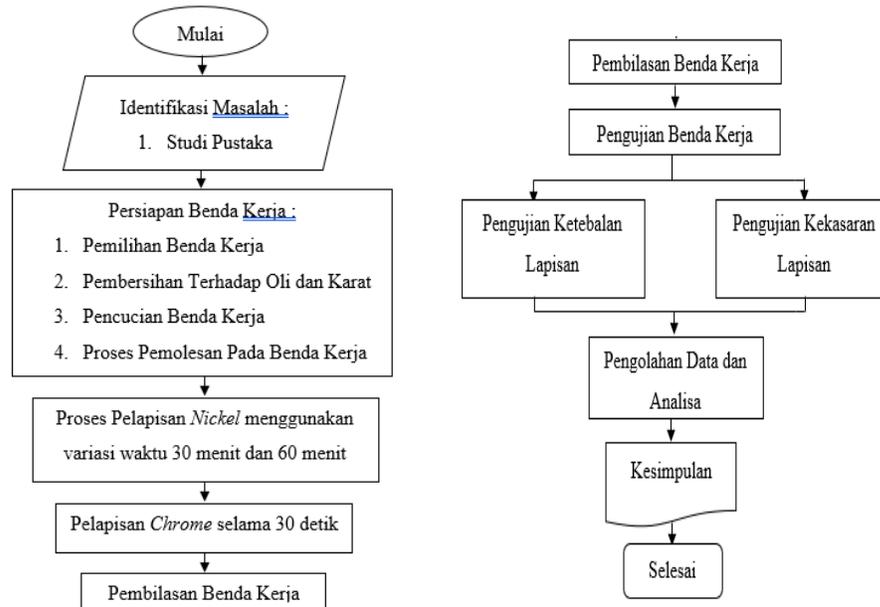


Gambar 3.2. (a) Proses pencucian benda kerja, (b) Pemolesan benda kerja



Gambar 3.3. (a) Pencelupan benda kerja pada larutan *nickel*, (b) Pencelupan pada larutan *chrome*.

3.4 Skema Penelitian



Gambar 3.4. Diagram alir proses penelitian.

3.4.1 Tahap-Tahap Pelapisan Elektroplating

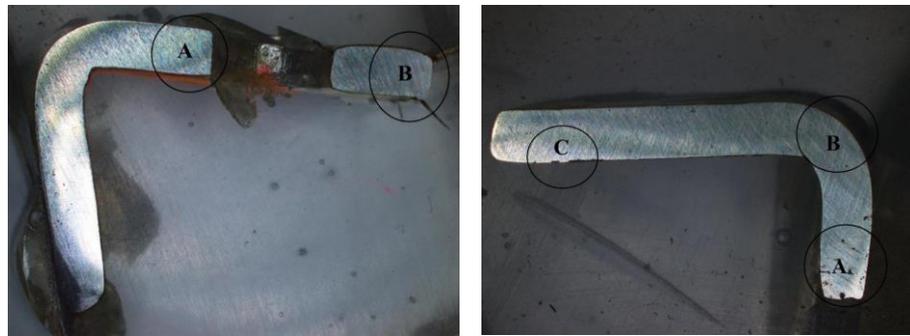
1. Persiapan benda uji benda yang akan digunakan sebanyak 20 buah.
2. Pembersihan awal dan pencucian benda kerja dengan tujuan untuk merapikan permukaan yang tidak rata yang menghindari kontaminasi cairan untuk mendapatkan hasil permukaan yang halus. Proses pembersihan meliputi dua cara, yaitu :
 - a. Pembersihan secara mekanis yang dilakukan dengan tahap-tahap :
 1. Melakukan pembersihan untuk menghilangkan kotoran seperti minyak dan oli.
 2. Membersihkan cairan cat dengan menggunakan paint remover.
 3. Merendam benda uji pada larutan HCl dan air dengan perbandingan 1:1.
 4. Mencuci benda kerja pada air atau dibilas.
 5. Melakukan pemolesan pertama menggunakan gerinda.
 6. Melakukan pemolesan kedua menggunakan mesin poles.
 7. Melakukan pemolesan ketiga menggunakan mesin poles dengan memakai kain poli yang diberi watu ijo.
 - b. Pembersihan secara kimia yang menggunakan sabun.
 - c. Proses menggantung benda kerja setelah dicuci dengan dipasang menggunakan kawat kabel tembaga NYA 2,5 mm.
 - d. Melakukan pembilasan dengan air mengalir secara merata.
 - e. Melakukan proses pelapisan pertama kedlam larutan elektrolit *nickel*.
 - f. Melakukan pelapisan kedua menggunakan larutan *chrome*.
 - g. Setelah semua proses selesai benda kerja kemudian di jemur.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Pengujian Ketebalan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat ketebalan lapisan setelah proses *electroplating* menggunakan waktu antara 30 menit dan 60 menit. Proses pencelupan ini diawali dengan memasukkan benda uji kedalam larutan *nickel* selama 30 dan 60 menit, setelah itu dimasukkan dalam bak yang berisi larutan *chrom* selama 30 detik. Pengaruh ketebalan juga dipengaruhi oleh besarnya tegangan arus listrik yang digunakan atau dengan tegangan dan arus listrik yang konstan. Lama waktu pencelupan sangat mempengaruhi ketebalan lapisan dan spesimen, namun hal ini juga dipengaruhi oleh besar arus listrik pada saat proses pelapisan berlangsung.

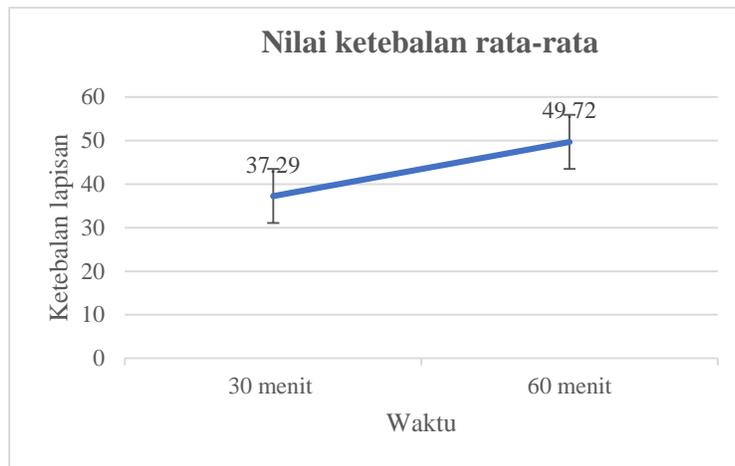
Pengukuran ketebalan ini dilakukan menggunakan mikroskop SZ61 dengan menggunakan view sampai 20x perbesaran. Proses ini memiliki langkah-langkah untuk mengetahui besar ketebalan dari setiap spesimen, seperti dengan data yang telah diperoleh dengan rata-rata sebagai berikut :



Gambar 4.1. (a) Bagian benda kerja dengan waktu 30 menit, (b) Bagian benda kerja dengan waktu 60 menit.

1.1. Tabel rata-rata ketebalan spesimen dengan variasi waktu

No.	Waktu	Ketebalan Spesimen
1.	30 menit	37,29 μm
2.	60 menit	49,72 μm



Gambar 4.2. Hubungan antara ketebalan lapisan dengan pengaruh waktu.

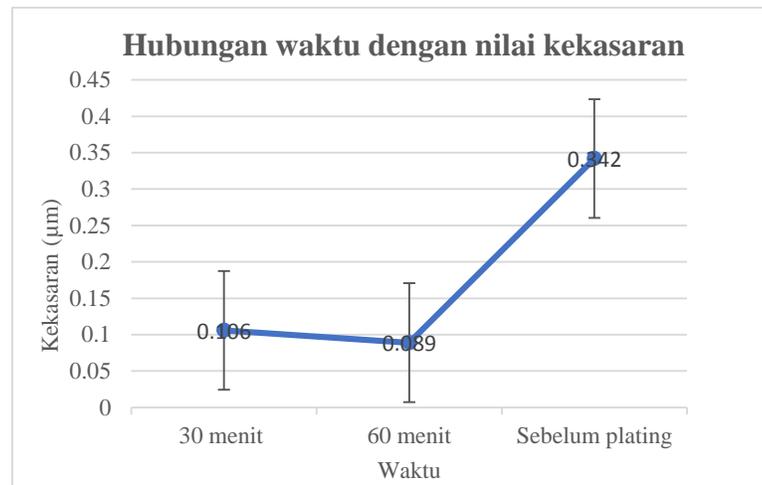
Berdasarkan data di atas dapat dikatakan bahwa dari hasil pengujian ketebalan yang menggunakan variasi waktu yang berbeda. Dari variasi waktu 60 menit diperoleh hasil ketebalan rata-rata sebesar 49,72 μm, sedangkan dari variasi waktu 30 menit diperoleh nilai rata-rata sebesar 37,29 μm. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hubungan antara ketebalan lapisan *plating* dengan variasi waktu dapat mempengaruhi hasil nilai ketebalan pada setiap benda.

4.2 Pengujian Kekasaran

Pengujian kekasaran setelah proses *elektroplating* dilakukan menggunakan *Surface Roughness Tester* atau alat pengukuran kekasaran permukaan. *Roughness* atau kekasaran didefinisikan sebagai ketidakhalusan bentuk pada benda yang disebabkan oleh pengerjaan mesin. Nilai kekasaran benda dapat dinyatakan dalam *Roughness Average (Ra)*. Ra merupakan nilai mutlak dari rata-rata aritmatika yang paling banyak di gunakan dalam proses pengujian kekasaran. Hasil pengujian kekasaran setelah proses *electroplating*, dapat dilihat pada tabel berikut :

4.2 Tabel kekasaran spesimen menggunakan variasi waktu

No.	Uji kekasaran sebelum proses <i>plating</i>	Uji kekasaran setelah proses <i>plating</i>	
		30 Menit	60 Menit
1.	0,212 μm	0,104 μm	0,088 μm
2.	0,328 μm	0,107 μm	0,089 μm
3.	0,485 μm	0,108 μm	0,090 μm
Rata-rata	0,342 μm	0,106 μm	0,089 μm
St. Dev	0,137 μm	0,002 μm	0,001 μm



Gambar 4.3. Hubungan antara kekasaran lapisan dengan variasi waktu

Dari data yang diperoleh setelah dilakukan pengujian kekasaran, dapat dilihat pada grafik hubungan antara variasi waktu dan kekasaran setelah proses *electroplating* mengalami penurunan pada tingkat kekasaran permukaan tergantung pada variasi waktu yang digunakan. Dari variasi waktu 30 menit nilai tingkat kekasaran rata-rata sebesar 0,106 μm, sedangkan dari variasi waktu 60 menit diperoleh nilai rata-rata sebesar 0,089 μm. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu proses pencelupan maka tingkat kekasaran permukaan semakin kecil, namun pada proses pencelupan dengan waktu 30 menit tingkat kekasaran pada benda kerja menjadi lebih besar dikarenakan proses ini singkat dan cairan untuk melapisi benda kerja tidak dapat melapisi secara rata pada permukaan benda kerja.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

1. Dari hasil pengujian pelapisan menggunakan metode *elektroplating* diperoleh hubungan yang mempengaruhi hasil dari nilai ketebalan dan kekasaran menggunakan variasi waktu berbeda.
2. Proses uji kekasaran dengan alat *Surface Roughness Tester* menghasilkan nilai kekasaran rata-rata 0,106 μm pada variasi waktu 30 menit dan 0,089 μm pada variasi waktu 60 menit. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin lama proses pencelupan maka nilai kekasaran pada lapisan semakin kecil namun dengan waktu yang singkat nilai kekasaran memiliki nilai yang tinggi. Namun dengan menggunakan waktu yang lama nilai dari kekasaran menjadi kecil karena cairan pelapis dapat melapisi spesimen dengan sempurna dan merata.
3. Proses uji ketebalan pada lapisan permukaan setelah dilakukan proses *elektroplating* menghasilkan nilai ketebalan 49,72 μm pada variasi waktu 60 menit dan pada waktu 30 menit didapatkan nilai sebesar 37,29 μm. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin lama proses lapisan *plating* maka tingkat ketebalan pada spesimen menjadi semakin besar.

5.2 Saran

1. Pada saat proses pencucian benda kerja seharusnya dilakukan lebih efektif dan teliti agar material tersebut bebas dari debu dan minyak. Sehingga, saat dilakukan proses *plating* hasil yang didapatkan juga maksimal.
2. Kurangnya sarana informasi terkait pengujian ini, sehingga saat melakukan pengambilan data dari hasil pengujian ini diperoleh data yang kurang tepat dan akurat.
3. Pada penelitian selanjutnya seharusnya ditambah dengan uji korosi menggunakan metode SST (Salt Spray Test) agar dapat mengetahui tingkat ketahanan suatu benda terhadap korosi.

Daftar Pustaka

- Ahmad, M. Azhar., 2011. *Analisa Pengaruh Besar Tenaga Listrik Terhadap Ketebalan Lapisan Krom Pada Plat Baja Dengan Proses Elektroplating*. Tugas Akhir Teknik Mesin, Universitas Hasanudin Makasar.
- Choi, Y.W., and Moon, S.H., 2004. *A Study Supported Liquid Membrane for Selective Separation of Cr (VI)*. *Separation Science and Technology* 39 (7), 1663-1680.
- Hartomo, A.J., dan Kaneko, T., 1995. *Mengenal Pelapisan Logam (Elektroplating) Edisi 1*. Yogyakarta : Andi Offset.
- Kaban, H., Niar, S., Jorena., 2010. *Menguji Kekuatan Bahan Elektroplating Pelapisan Nikel Pada Substrat Besi Dengan Uji Impak*. *Jurnal Penelitian Sains* 13 3 (B) 13305, Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan.
- Saleh, A.A., 2014. *Elektroplating Teknik Pelapisan Logam Dengan Cara Listrik*. Bandung : Yrama Widya.
- Santoso, 2007. *Pengaruh Parameter Proses Pelapisan Nikel terhadap Ketebalan Lapisan*, *Jurnal Teknik Mesin*, Universitas Petra, Vol 9 No. 1.
- Suarsana, I Ketut, 2008. *Pengaruh Waktu Pelapisan Nikel Pada Tembaga Dalam Pelapisan Krom Dekoratif Terhadap Tingkat Kecerahan dan Ketebalan Lapisan*. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakram*. Universitas Udayana, Bali, Vol. 2, No. 1, Juni 2008, (48-60).
- Tarwijayanto, Danang., 2013. *Pengaruh Arus dan Waktu Pelapisan Hard Chrome Terhadap Ketebalan Lapisan dan Tingkat Kekasaran Mikro Pada Plat Baja Karbon Rendah AISI 1026 Dengan Menggunakan CrO3 gr/lit dan H2SO4 2,5 gr/lit Pada Proses Elektroplating*. Tugas Akhir Teknik Mesin, Universitas Sebelas Maret,.
- Tomijiro, K. dan Anton, J.H. 1992. *Mengenal Pelapisan Logam (Electroplating)*. Yogyakarta : Andi Offset.