

PEMBUATAN METAL POLISH SOLUTION SEBAGAI LARUTAN PENGKILAP LOGAM TANPA ARUS LISTRIK

^{1*}Andi Aulia Purnama, ²M. Tang, ²Fitri Ariani

¹Mahasiswa Prodi Teknik Kimia, Universitas Bosowa

²Dosen Prodi Teknik Kimia, Universitas Bosowa

*email: andiauliapurnama19@gmail.com

Abstrak

Electroless plating merupakan proses pengkilapan yang tidak menggunakan listrik dalam proses pengkilapannya, proses pengkilapan yang terjadi karena adanya reaksi oksidasi dan reduksi pada permukaan bahan, sehingga terbentuk lapisan logam yang berasal dari garam logam tersebut. Karena tidak menggunakan bantuan arus listrik dalam pertukaran elektron, proses pengkilapan yang terjadi berjalan lebih lambat, sehingga untuk mempercepat pengkilapan, temperature proses dinaikkan sesuai batas yang dianjurkan dengan bantuan alat pemanas (hot plate).

Proses pengkilapan nikel dapat diaplikasikan untuk produk seperti uang koin yang bertujuan untuk melindungi logam dasar dari korosi dan permukaannya mempunyai warna yang mengkilap selama masa pakainya. Dalam penelitian ini bahan yang akan dilapisi adalah aluminium dengan menggunakan nikel sebagai bahan pengkilapnya. Variasi yang digunakan adalah waktu dan suhu electroless yaitu dengan variasi waktu 1 menit, 2 menit, 3 menit, 4 menit dan 5 menit serta suhu yang digunakan adalah 90°C dan 95°C. Hasil penelitian yang didapat adalah koin dapat bekerja optimal dalam pencelupan selama 4 menit dengan suhu 95°C.

KATA KUNCI : *Electroless plating, pengkilapan nikel, aluminium, suhu pencelupan, waktu pencelupan*

Abstract

Electroless plating is a polishing process that does not use electricity during the plating process. The polishing occurs due to oxidation and reduction reactions on the surface of the material, resulting in the formation of a metallic layer derived from the metal salt. Since no electric current assists in electron exchange, the polishing process proceeds more slowly; therefore, to accelerate the process, the temperature is increased within the recommended limit using a heating device (hot plate).

The nickel polishing process can be applied to products such as coins, aiming to protect the base metal from corrosion and maintain a shiny surface throughout its service life. In this study, the material to be coated was aluminum, using nickel as the polishing material. The variations used were plating time and temperature, with time variations of 1 minute, 2 minutes, 3 minutes, 4 minutes, and 5 minutes, and temperatures of 90°C and 95°C. The results showed that the optimal plating condition occurred at a dipping time of 4 minutes and a temperature of 95°C.

KEYWORDS : *Electroless plating, nickel polishing, aluminum, dipping temperature, dipping time*

1. PENDAHULUAN

Metal polish solution atau Electroless nickel plating merupakan pengkilapan nikel tanpa menggunakan arus listrik atau sering

disebut pengkilapan autokatalitik. Pengkilapan nikel telah banyak diaplikasikan untuk berbagai komponen mesin karena

memiliki keunggulan antara lain tahan korosi dan tahan aus. Jenis pengkilapan tanpa listrik (electroless) ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan pengkilapan nikel menggunakan listrik (electroplating nickel) antara lain: teknologi sederhana, ketebalan lapisan merata di seluruh permukaan logam mengikuti kontur permukaan, tahan korosi serta tahan aus. Akan tetapi proses pengkilapan ini memiliki kekurangan yaitu hasil kekerasan tidak terlalu tinggi disebabkan tidak adanya arus listrik yang membantu terjadinya difusi, sehingga untuk itu diperlukan proses *heat treatment* untuk membantu agar difusi dapat terjadi dengan baik.

Perkembangan teknik pengkilapan logam secara pengkilapan tanpa listrik sebagai pengganti elektroplating semakin luas, ini karena pertimbangan teknologi yang lebih sederhana dan keunggulan dari hasil lapisannya. Pengkilapan logam seperti nikel, emas dan tembaga dapat dilakukan secara electroless. Beberapa produk logam memerlukan pengerjaan akhir, diantara proses pengerjaan akhir adalah proses pengkilapan. Proses ini merupakan proses yang sangat penting, karena dapat meningkatkan beberapa sifat yang diinginkan. Proses pengkilapan adalah proses pengerjaan permukaan material baik logam maupun non logam dalam rangka meningkatkan sifat-sifat material tersebut. Sifat-sifat yang akan ditingkatkan adalah penggabungan sifat-sifat seperti daya tahan korosi, daya tahan gores, mampu solder, daya kontak listrik, mampu pantul/bias cahaya, daya tahan temperatur tinggi.

Teknologi pengkilapan logam secara menggunakan arus listrik telah banyak digunakan dalam bidang industri. Saat ini mulai dikembangkan teknik pengkilapan logam secara pengkilapan tanpa listrik sebagai pengganti 9/38 *elektroplating* karena pertimbangan teknologi yang lebih sederhana dan keunggulan dari hasil lapisannya. Pengkilapan logam seperti nikel, emas dan tembaga dapat dilakukan secara *electroless*.

Pengkilapan tanpa listrik yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengkilapan nikel. Pengkilapan nikel ini banyak diaplikasikan untuk berbagai komponen mesin, karena pengkilapan ini memiliki keunggulan antara lain tahan korosi dan tahan aus serta memiliki teknologi

sedherhana, ketebalan lapisan merata diseluruh permukaan logam mengikuti kontur permukaan. Di samping itu proses pengkilapan tanpa listrik juga memiliki kekurangan seperti hasil kekerasan tidak terlalu tinggi disebabkan tidak adanya arus listrik yang membantu terjadinya difusi. Untuk itu diperlukan proses perlakuan panas guna membantu agar difusi dapat terjadi dengan baik. Pada penelitian pengkilapan nikel tanpa listrik ini akan diaplikasikan pada baja karbon rendah sebagai bahan substrat. Baja karbon rendah banyak digunakan di dalam industri untuk komponen-komponen mesin dan peralatan rumah tangga. Komponen-komponen mesin tersebut membutuhkan sifat antara lain: tangguh, tahan korosi dan tahan aus, sehingga diperlukan finishing process untuk mendapatkan sifat sifat yang diinginkan. Untuk dapat meningkatkan dan mendapatkan sifat yang lebih baik dari komponen dengan material baja karbon rendah, maka perlu dilakukan suatu studi tentang pemakaian teknik pengkilapan nikel tanpa listrik. Untuk mendapatkan hasil dengan karakteristik yang diharapkan, maka penelitian ini dilakukan dengan optimasi parameter-parameter pengkilapan dan proses perlakuan panas.

Berdasarkan uraian diatas maka penulis melakukan penelitian dengan judul "Pembuatan Metal Polish Solution Sebagai Larutan Pengkilap Logam Tanpa Arus Listrik".

2. TINJAUAN PUSTAKA

Nikel adalah unsur kimia metalik dalam tabel periodik yang memiliki simbol Ni dengan nomor atom 28. Nikel adalah logam berwarna putih keperak-perakan sedikit semburat keemasan. Nikel termasuk logam transisi, dan memiliki sifat keras serta ulet. Nikel juga tergolong dalam grup logam besi-kobalt, yang dapat menghasilkan paduan yang sangat berharga.

Nikel dikenal sebagai salah satu komoditas tambang yang cukup besar potensinya di Indonesia. Sumber daya nikel di Indonesia sebagian besar berupa bijih nikel laterit (nikel oksida). Sampai saat ini Indonesia masih mengekspor nikel dalam bentuk bahan mentah. Dalam dunia industri, nikel digunakan sebagai bahan paduan baja tahan karat (*stainless steel*), konduktor dan

paduan-paduan logam lainnya. Proses pengolahan nikel dapat dilakukan dengan metode ekstraksi pirometalurgi dan hidrometalurgi.

Mineral logam merupakan kekayaan alam tak terbarukan yang mempunyai peranan penting sebagai penopang perekonomian Indonesia. Salah satu mineral logam yang banyak dimanfaatkan dalam industri kimia adalah nikel. Kegunaan nikel dapat digolongkan menjadi 4 kategori, yaitu produksi nikel steel (46%), non ferrous alloys/superalloys (34%), electroplating (14%), dan kegunaan lainnya, seperti produksi koin, baterai, dan katalis (6%) (Kuck 2012). Logam nikel dapat diperoleh dari 2 jenis batuan nikel, yaitu nikel sulfida dan laterit (Bateman 1981). Nikel laterit (NiO) diartikan sebagai suatu endapan bijih yang terbentuk dari proses laterit pada batuan ultramafik (periodit, dunit dan serpentit) yang mengandung Ni dengan kadar tinggi, yang pada umumnya terbentuk pada daerah tropis dan sub tropis. Kandungan Ni di batuan asal berkisar 0,28% dapat mengalami kenaikan menjadi 1% Ni sebagai konsentrasi sisa (residual concentration) pada zona limonit (Ahmad 2006). Sampai saat ini, nikel sulfida masih digunakan oleh industri sebagai bahan baku proses recovery nikel, meskipun total cadangan nikel dunia didominasi oleh jenis laterit, yaitu mencapai 72% dari total cadangan nikel di dunia (Dalvi 2004). Setiap tahunnya, kebutuhan nikel dunia mengalami peningkatan yang cukup pesat.

Permasalahan yang akan dihadapi di masa mendatang adalah jumlah cadangan nikel sulfida yang semakin menipis. Oleh karena itu, pemanfaatan nikel laterit (NiO) sebagai bahan baku produksi nikel harus dilakukan, meskipun kandungan nikel dalam nikel laterit lebih rendah daripada nikel sulfida.



Gambar 2. 1 Logam Nikel (Sumber : dictio.id)

Sifat-sifat lainnya dari nikel adalah sebagai berikut :

- Massa atom : 58,6934 gr/cm³
- Massa jenis : 8,908 gr/cm³
- Titik lebur : 14530C, 2651°F
- Titik didih : 29130C, 5275°F
- Kalor peleburan : 17,48 kJ/mol
- Kalor penguapan : 377,5 kJ/mol

Nikel bersifat lembek dalam keadaan murni, tetapi jika dipadukan dengan besi, krom, dan logam lainnya, dapat membentuk baja tahan karat yang keras. Nikel merupakan unsur kimia yang terletak pada periode golongan VIII-B. Nikel diklasifikasikan sebagai logam transisi. Atom nikel memiliki 28 elektron dan 28 proton dengan 30 neutron dalam isotop yang paling melimpah. Nikel adalah logam yang banyak digunakan pada industri kimia, akumulator, dan pengkilapan logam, karena sifatnya yang tahan korosi dan memiliki kekerasan yang tinggi. Nikel berwarna putih keperak-perakan, berkristal halus, sehingga bila dipoles sebagai lapisan akan mengkilap, nikel juga mempunyai kemampuan untuk menahan terjadinya korosi dan proses oksidasi. Nikel memiliki kekerasan dan kekuatan sedang, keuletan dan daya hantar listrik yang baik.

Salah satu senyawa nikel adalah Nikel Sulfat (NiSO₄·6H₂O). Nikel (nickel) adalah logam yang banyak digunakan pada industri kimia, akumulator dan pengkilapan logam karena sifatnya yang tahan korosi dan lunak. Nikel berwarna putih keperak-perakan, berkristal halus, sehingga bila dipoles dan sebagai pelapis lindung akan kelihatan tampak rupa yang indah dan mengkilap. Nikel memiliki kekerasan dan kekuatan sedang, keuletannya dan daya hantar listrik baik (Saleh 1995).

Metal Polish Solution adalah larutan yang dibuat sebagai larutan pengkilap logam. Larutan ini dibuat dengan campuran Nikel Sulfat, Natrium Hiposfit, Natrium Hidroksida, Asam Laktat, Asam Propionat. Metal Polish Solution dibuat dari bahan utama Nikel dan diaplikasikan pada produk dengan cara celup panas.

Electroless plating sama halnya dengan teknik pengkilapan nikel tanpa listrik telah dipublikasikan pada tahun 1946 oleh Brennel dan Riddel. Keuntungan dari pengkilapan tanpa listrik ini, dimana hasil pengkilapannya akan mengikuti semua kontur permukaan. Untuk mendapatkan hasil yang baik dalam proses pengkilapan ini, hendaknya spesimen yang akan dilapisi harus dibersihkan terlebih dahulu kemudian baru dilapis serta perlakuan panas untuk mendapatkan hasil lapisan yang maksimal.

Teknik pengkilapan nikel ini merupakan teknik pengkilapan tanpa listrik (*electroless nickel*) dan banyak digunakan pada pengkilapan besi. Meskipun proses ini menggunakan teknologi yang lebih sederhana dibandingkan proses pengkilapan nikel konvensional, tetapi proses ini secara praktis memiliki beberapa keunggulan terutama untuk mengatasi kesulitan pengkilapan pada proses konvensional yang disebabkan karena ukuran, bentuk atau lokasi. Keunggulan lain adalah hasil lapisan yang merata tanpa pertumbuhan yang berlebihan pada sudut atau penebalan pada daerah lekukan.

Teknik pengkilapan nikel tanpa listrik (*electroless nickel*) merupakan teknik pengkilapan dengan metoda reduksi katalis, yaitu metoda pengendapan logam nikel melalui reduksi kimia dalam media aqueous tanpa sumber arus listrik dari luar. Pada dasarnya larutan elektroless nikel mengandung bahan reduktor yaitu sodium hipophosphit untuk mereduksi garam nikel misalnya Nikel Sulfat dalam larutan panas dan mengendapkannya pada permukaan yang katalitik. Proses pengkilapan dilakukan dengan cara mencelupkan logam yang akan dilapis ke dalam larutan elektroless yang mengandung bahan pelapis dan reduktor. Maka reaksi akan berlangsung dengan spontan.

Perkembangan teknik pengkilapan logam secara electroless plating (Pengkilapan tanpa listrik) sebagai pengganti elektroplating

semakin luas, ini karena pertimbangan teknologi yang lebih sederhana dan keunggulan dari hasil lapisannya. Pengkilapan logam seperti nikel, emas dan tembaga dapat dilakukan secara electroless.

Larutan pengkilap electroless nickel terdiri dari dua jenis yang dibedakan berdasarkan keasaman yaitu larutan asam dengan pH 4-7 dan larutan amoniak atau basa dengan pH 8-11. Rendaman asam digunakan secara komersial. Larutan electroless nickel tersebut terdiri dari komponen-komponen yang memiliki fungsi berbeda yaitu sebagai sumber ion Ni, unsur pereduksi (Sodium hypophosphite), stabiliser dan katalisator (sodium acetate), serta unsur penyangga yang berfungsi untuk menjaga kestabilan pH (amoniurn hydroxide).

Electroless Nickel Plating merupakan proses plating yang tidak menggunakan listrik dalam proses pengkilapannya. Pengkilapan yang terjadi karena adanya reaksi oksidasi dan reduksi pada permukaan barang, sehingga terbentuk lapisan logam yang berasal dari garam logam tersebut. karena tidak menggunakan bantuan arus listrik dalam pertukaran electron, proses pengkilapan yang terjadi berjalan lebih lambat, sehingga untuk mempercepat pengkilapan, temperature proses harus tinggi, bisa mencapai 90 °C.

Hasil pengkilap pada Electroless Nickel bukan berupa lapisan Nickel murni, melainkan berupa alloy. Adapun jenis alloynya tergantung pada jenis pereduksinya. Bila menggunakan sodium hypophosphite, maka terbentuk alloy Phosphorus-Nickel (3–5% Phosphorus), dan bila menggunakan Sodium Borohydrate atau Amine Borane terbentuk alloy Boron-Nickel (5–7% Boron). Keunggulan Electroless Nickel dibandingkan Electroplating Nickel, adalah lapisan yang terbentuk merata di semua permukaan, dan lapisan yang terbentuk lebih elastis (lemas). Makin tinggi temperatur proses electroless nickel, lebih elastis lapisan yang terbentuk.

Proses Electroless Nickel ada yang menggunakan Brightener untuk menghasilkan lapisan yang kilap. Tapi untuk electroless nickel yang digunakan dalam Plating plastik umumnya tidak kilap dan dalam suhu ruangan, karena hanya digunakan sebagai lapisan awal, untuk kilapnya menggunakan acid copper. Larutan electroless nickel lebih stabil dibandingkan larutan electroless

copper, oleh sebab itu banyak digunakan dalam chrome plastic atau chrome aluminium.

Proses Electroless Nickel Plating dapat digunakan untuk melapisi mur, baut, ring dan komponen otomotif, seperti komponen interior dan filter gas. Ini juga menyediakan lapisan bawah yang efektif untuk cat, fungsinya sebagai usaha untuk meningkatkan ketahanan terhadap korosi, aus dan anti gores, serta untuk meningkatkan aspek dekoratif terhadap benda yang dihasilkan sehingga menjadi mengkilat dan halus permukaannya.

Ada banyak manfaat menggunakan pengkilapan tanpa listrik. Manfaat paling umum dari menggunakan pengkilapan tanpa listrik sebagai berikut :

- a. Dekorasi : Pengkilapan tanpa listrik dapat digunakan untuk tujuan dekoratif, misalnya kaca perak untuk membuat cermin atau menambahkan lapisan logam mengkilap ke permukaan logam yang lebih kusam. Pengkilapan tanpa listrik bahkan dapat ditambahkan ke plastik tertentu
- b. Perlindungan : Pengkilapan tanpa listrik menambahkan lapisan perlindungan dari korosi. Dalam aplikasi layanan makanan, pengkilapan nikel terutama dapat digunakan bersama dengan baja tahan karat untuk meningkatkan sifat higienis.
- c. Keseragaman : Berbeda dengan pengkilapan listrik, yang mengalami kepadatan arus yang tidak merata, pengkilapan tanpa listrik menghasilkan lapisan logam yang rata diseluruh permukaan, terlepas dari bentuk dan ukurannya.

Bahan yang digunakan dalam membuat Metal Polish Solution sebagai berikut :

3. METODE PENELITIAN

a. Waktu dan Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian pembuatan Metal Polish Solution Sebagai Pengkilap Logam Tanpa Arus Listrik dilakukan di Laboratorium Kimia SMK SMAK Makassar yang beralamat di Jln. Urip Sumoharjo, Pampang Kec. Panakukang, Kota Makassar dalam kurun waktu kurang lebih 2 bulan terhitung bulan April 2025 sampai dengan bulan Mei 2025.

b. Alat dan Bahan

Alat

Pembuatan Metal Polish Solution :

1. Hotplate

2. Pengaduk Spatula
3. Gelas piala
4. Pipet skala
5. Termometer
6. Magnetic stirrer
7. Klem statif
8. Neraca digital

Bahan

1. Nikel Sulfat
2. Natrium Hipoposfit
3. Natrium Hidroksida
4. Asam laktat
5. Asam propionat
6. Aquabidest

c. Prosedur Penelitian

1. Pembuatan Metal Polish Solution

Larutan ini dibuat dengan volume sebanyak 1 Liter dengan cara kerja sebagai berikut :

- a. Disiapkan alat dan bahan yang akan digunakan
- b. Ditimbang nikel sulfat sebanyak 20 gram
- c. Ditimbang natrium hipoposfit sebanyak 15 gram
- d. Ditimbang natrium hidroksida sebanyak 5 gram
- e. Semua bahan yang ditimbang, dilarutkan dengan aquabidest
- f. Dimasukkan larutan yang sudah dilarutkan dalam 1 wadah
- g. Ditambahkan asam laktat sebanyak 40 ml
- h. Ditambahkan asam propionat sebanyak 6 ml

2. Analisa Kadar Nikel dengan menggunakan AAS

a. Persiapan Uji Contoh

1. Dipanaskan metal polish solution hingga suhu 95°C
2. Dichelupkan uang koin ke dalam larutan selama 4 menit
3. Dilakukan beberapa kali pencelupan
4. Setiap selesai pencelupan, dipipet larutan sebanyak 1 ml
5. Dimasukkan ke dalam labu ukur 50 ml, diencerkan, dihipitkan, dan dihomogenkan
6. Dipipet 1 ml larutan tersebut, lalu dimasukkan ke dalam labu ukur 50 ml
7. Ditambahkan 5 ml HNO₃ pekat
8. Diencerkan dengan aquabidest, dihipitkan, dan dihomogenkan
9. Disaring jika terdapat endapan

10. Larutan sampel siap diukur konsentrasinya menggunakan AAS
- b. Analisa dengan Spektrofotometri Serapan Atom
 1. Dibuat larutan deret standar 0,1; 0,25; 0,5; 1; 2,5; dan 5 ppm
 2. Ditambahkan 0,5 ml HNO₃ p.a dan aquabidest hingga tanda garis miniskus, lalu dihomogenkan.
 3. Kemudian masing-masing larutan sampel dan larutan deret standar diukur serapannya pada panjang gelombang 232,00 nm dengan SSA.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Hasil Koin Sebelum Pencelupan



Gambar 4. 1 Koin Sebelum Pencelupan

Gambar diatas merupakan koin yang masih kotor dan warnanya sudah sangat menghitam. Koin tersebut belum mengalami proses pencelupan pada Metal Polish Solution.

4.2. Analisis Hasil Koin Setelah Pencelupan



Gambar 4. 2 Koin Setelah Pencelupan

Gambar diatas merupakan hasil dari pencelupan koin pada suhu 95° dengan waktu 4 menit, dimana pada suhu dan waktu tersebut optimal digunakan untuk proses pencelupan pada Metal Polish Solution. Koin tersebut telah mengalami proses pencelupan sehingga warna koin sudah berubah menjadi mengkilap dan permukaan koin telah halus.

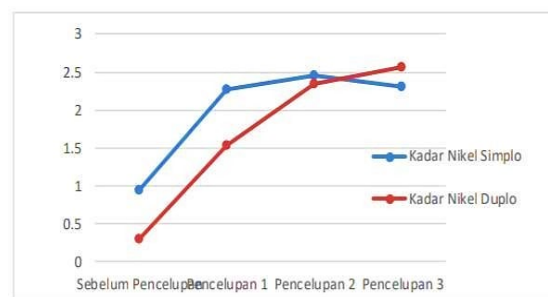
4.3. Analisis Kadar Nikel Menggunakan AAS

Pengolahan Data :

Tabel 4. 1 Kadar Nikel

Pencelupan Larutan	Kadar Nikel (mg/L)	
	Simplo	Duplo
Sebelum Pencelupan	0,952	0,297
Pencelupan 1	2,276	1,538
Pencelupan 2	2,455	2,353
Pencelupan 3	2,314	2,566

4.4. Grafik Kadar Nikel Berdasarkan Larutan



Gambar 4. 3 Grafik

Grafik diatas menunjukkan kadar nikel (dalam satuan mg/L) pada larutan simplo dan duplo, yang diukur pada beberapa tahap pencelupan yaitu sebelum pencelupan, pencelupan 1, pencelupan 2, dan pencelupan 3. Grafik ini menegindikasikan adanya peningkatan kadar nikel seiring dengan bertambahnya umlah encelupan.

5. KESIMPULAN

Dari hasil analisa dapat disimpulkan bahwa :

1. Metal Polish Solution merupakan larutan yang dibuat sebagai larutan pengkilap logam terutama pada uang koin.
2. Ditimbang Nikel Sulfat, Natrium Hipopospit, Natrium Hidroksida kemudian dilarutkan. Semua larutan yang telah dilarutkan dimasukkan kedalam 1 wadah. Ditambahkan Asam Laktat dan Asam Propionat. Setelah itu larutan diaduk. Larutan dipanaskan diatas hotplate dengan suhu 200°C dengan magnetic stirer. Pencelupan bisa dimulai jika larutan sudah mencapai suhu 95°C. Dilakukan pencelupan pada koin.

3. Komposisi dari Metal Polish Solution adalah Nikel Sulfat, Natrium Hiposfit, Natrium Hidroksida, Asam Laktat, Asam Propionat dan *Aquabidest*.
4. Suhu yang optimal digunakan pada saat pencelupan adalah 95° C.
5. Waktu yang optimal digunakan pada saat pencelupan adalah 4 menit.

REFERENSI

- Ansari. 2014. *Nikel Sulfat Terkadang Digunakan Sebagai Calibrant*. Diakses pada 4 mei 2025, dari <https://wawasanilmukimia.wordpress.com/2014/02/24/nikel-sulfat-terkadang-digunakan-sebagai-calibrant>
- Ain, Qurrarul. 2016. *Aplikasi Electroless & Thermal Spray Coating*. Diakses pada 2 mei 2025, dari <https://www.scribd.com/doc/117489010/Electroless-Thermal-Spray>
- Cahyadi, A., dkk. tt. *Pengkilapan Nikel*. Diakses dari pada 28 april 2025, dari https://www.academia.edu/36860996/Nickel_Plating_pptx
- Yusuf Alifriyanto, Muhammad. 2021. *Pengaruh Electroless Nickel Plating dan Perlakuan Panas Pasca Proses Pengkilapan Terhadap Laju Korosi AA 7075*. Diakses pada 29 September 2025, dari <https://jurnal.unismabekasi.ac.id/index.php/jitm/article/view/2479>
- Santhiarsa, N. 2016. *Pengaruh Temperatur Larutan dan Waktu Pengkilapan Elektroless Terhadap Ketebalan Lapisan Metal di Permukaan Plastik ABS. Prosiding Konferensi Nasional Engineering Perhotelan, 7(4), 1*. Diakses pada 15 mei 2025, dari

https://scholar.google.com/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=PENGARUH+TEMPERATUR+LARUTAN+DAN+WAKTU++PENGKILAPAN+ELEKTROLES+TERHADAP+KETEBALAN++LAPISAN+METAL+DI+PERMUKAAN+PLASTIK+ABS&btnG=#d=gs_qabs&t=1665382540862&u=%23p%3Da63kmcKGhRoJ

- Setiadi, G., dkk. 2021. *Analisis Temperatur dan Pengkilapan Nikel Plating Baja Karbon S45C Terhadap Ketebalan*

dan Kekerasan Lapisan Electroless Nickel Plating. Diakses pada 19 mei 2025, dari

<https://jurnal.unismabekasi.ac.id/index.php/jitm/article/view/2479>

- Yusuf Alifriyanto, Muhammad. 2021. *Pengaruh Electroless Nickel Plating dan Perlakuan Panas Pasca Proses Pengkilapan Terhadap Laju Korosi AA 7075*. Diakses pada 19 mei 2025, dari <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/184629/>