

MILIK PERPUSTAKAAN
UNIV. NEGERI PADANG



DIPA UNP

LAPORAN PENELITIAN

Pengaruh Waktu Pelapisan dan Temperatur Perlakuan Panas
terhadap Kekerasan Hasil Pelapisan Nikel tanpa Listrik
(Electroless Nickel) terhadap Baja Karbon Rendah

Oleh

Drs. Irzal, M.Kes

Zonny Amanda Putra, ST, MT

Penelitian ini dibiayai oleh :
Dana DIPA Tahun Anggaran 2009
Surat Perjanjian Kontrak Nomor : 490/H35/KU/DIPA/2009
Tanggal 2 April 2009.

MILIK PERPUSTAKAAN UNIV. NEGERI PADANG
DITERIMA TGL : 15 Maret 2013
SUMBER/HARGA : Hd
KOLEKSI : 1c1
NO. INVENTARIS : 80/Hd/2013-p1
KLASIFIKASI : 620.180

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2009




DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
LEMBAGA PENELITIAN
Alamat : Jln. Prof. Dr. Hamka. Kampus UNP Air Tawar.
Telepon (0751)7051260 Padang.


LAPORAN PENELITIAN

1. a. Judul Penelitian : Pengaruh Waktu Pelapisan dan Temperatur Perlakuan Panas terhadap Kekerasan Hasil Pelapisan Nikel tanpa Listrik (Electroless Nickel) terhadap Baja Karbon Rendah
- b. Bidang Ilmu : Teknologi
2. Ketua Peneliti
 - a. Nama Lengkap dan Gelar : Drs. Irzal, M.Kes
 - b. Jenis Kelamin : Laki-laki
 - c. Pangkat/Gol/NIP : Penata/ III c / 19610814 199103 1 004
 - d. Jabatan Fungsional : Lektor
 - e. Fakultas/ Jurusan : Fakultas Teknik/ Teknik Mesin
 - f. Pusat Penelitian : Universitas Negeri Padang
3. Jumlah Anggota Peneliti : 1 orang
4. Lokasi Penelitian : Jurusan Teknik Mesin FT UNP
5. Kerjasama dengan Institusi lain : -
6. Lama Penelitian : 6 (Enam) bulan
7. Biaya yang diperlukan
 - a. Sumber dari DIPA UNP : Rp. 5.000.000,-
 - b. Sumber Lain : -


Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik UNP Padang


Drs. Ganefri, M.Pd
NIP. 19631217 198903 1 003

Ketua Peneliti


Drs. Irzal, M.Kes
NIP. 19610814 199103 1 004

Mengetahui
Ketua Lembaga Penelitian


Prof. Dr. Ahmad Fauzan, M.Pd., M.Sc
NIP. 19660430 1999001 1 001

LEMBARAN IDENTITAS DAN PENGESAHAN USUL PENELITIAN

1. a. Judul Penelitian : Pengaruh Waktu Pelapisan dan Temperatur Perlakuan Panas terhadap Kekerasan Hasil Pelapisan Nikel tanpa Listrik (Electroless Nickel) terhadap Baja Karbon Rendah
- b. Bidang Ilmu : Teknologi
2. Personalia
- a. Ketua Peneliti
Nama Lengkap dan Gelar : Drs. Irzal, M.Kes
Pangkat/Gol/NIP : Penata/IIIc/19610814 199103 1 004
Fakultas/Jurusan : Fakultas Teknik/ Teknik Mesin
- b. Anggota Peneliti
Nama Lengkap dan Gelar : Zonny Amanda Putra, ST, MT
Pangkat/Gol/NIP : Penata/IIIc/19651023 199601 1 001
Fakultas/Jurusan : Fakultas Teknik/Teknik Mesin
3. Usul Penelitian : Telah direvisi sesuai saran pereviu

2010

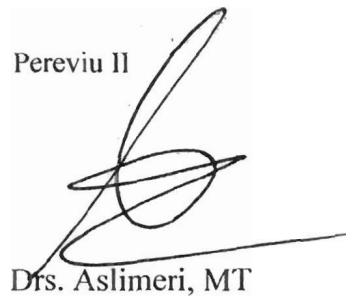
Pereviu I



Dr. Ambiyar, M.Pd

Padang, 10 Januari

Pereviu II



Drs. Aslimeri, MT

RINGKASAN

Perkembangkan teknik pelapisan logam secara *electroless plating* (pelapisan tanpa listrik) sebagai pengganti elektroplating semakin luas, ini karena pertimbangan teknologi yang lebih sederhana dan keunggulan dari hasil lapisannya. Pelapisan logam seperti nikel, emas dan tembaga dapat dilakukan secara *electroless*.

Pada penelitian ini dilakukan pelapisan electroless nickel pada baja dengan kadar karbon 0,3 %. Parameter yang dipilih pada proses pelapisan dan perlakuan panas pada penelitian ini adalah: Waktu pelapisan 30, 60, dan 90 menit dan temperatur pelapisan 60, 70, 80 °C serta temperatur perlakuan panas 300, 350, 400, 450, 500°C dengan waktu penahanan selama 60 menit. Kekerasan lapisan logam meningkat setelah logam mengalami perlakuan panas, Dimana sebelum perlakuan panas kekerasannya 414 VHN dan setelah perlakuan panas kekerasannya menjadi 884 VHN. Semakin lama waktu pelapisan dari 30 menit sampai 90 menit, diperoleh peningkatan hasil kekerasan lapisan dari 514 VHN sampai 884 VHN.

Semakin tinggi temperature perlakuan panas mengakibatkan kekerasan meningkat dari 522 VHN sampai 912 VHN. Meningkatnya kekerasan setelah perlakuan panas diakibatkan terbentuknya fasa Ni₃P yang merupakan fasa keramik yang keras.

PENGANTAR

Kegiatan penelitian mendukung pengembangan ilmu serta terapannya. Dalam hal ini, Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang berusaha mendorong dosen untuk melakukan penelitian sebagai bagian integral dari kegiatan mengajarnya, baik yang secara langsung dibiayai oleh dana Universitas Negeri Padang maupun dana dari sumber lain yang relevan atau bekerja sama dengan instansi terkait.

Sehubungan dengan itu, Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang bekerjasama dengan Pimpinan Universitas, telah memfasilitasi peneliti untuk melaksanakan penelitian tentang *Pengaruh Waktu Pelapisan dan Temperatur Perlakuan Panas terhadap Kekerasan Hasil Pelapisan Nikel tanpa Listrik (Electroless nickel) terhadap Baja Karbon Rendah*, berdasarkan Surat Perjanjian Kontrak Nomor : 490/H35/KU/DIPA/2009 Tanggal 2 April 2009.

Kami menyambut gembira usaha yang dilakukan peneliti untuk menjawab berbagai permasalahan pembangunan, khususnya yang berkaitan dengan permasalahan penelitian tersebut di atas. Dengan selesainya penelitian ini, Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang akan dapat memberikan informasi yang dapat dipakai sebagai bagian upaya penting dalam peningkatan mutu pendidikan pada umumnya. Di samping itu, hasil penelitian ini juga diharapkan memberikan masukan bagi instansi terkait dalam rangka penyusunan kebijakan pembangunan.

Hasil penelitian ini telah ditelaah oleh tim pembahas usul dan laporan penelitian, kemudian untuk tujuan diseminasi, hasil penelitian ini telah diseminarkan ditingkat Universitas. Mudah-mudahan penelitian ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pada umumnya dan khususnya peningkatan mutu staf akademik Universitas Negeri Padang.

Pada kesempatan ini, kami ingin mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang membantu terlaksananya penelitian ini, terutama kepada pimpinan lembaga terkait yang menjadi objek penelitian, responden yang menjadi sampel penelitian, dan tim pereviu Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang. Secara khusus, kami menyampaikan terima kasih kepada Rektor Universitas Negeri Padang yang telah berkenan memberi bantuan pendanaan bagi penelitian ini. Kami yakin tanpa dedikasi dan kerjasama yang terjalin selama ini, penelitian ini tidak akan dapat diselesaikan sebagaimana yang diharapkan dan semoga kerjasama yang baik ini akan menjadi lebih baik lagi di masa yang akan datang.

Terima kasih.

Padang, Desember 2009
Ketua Lembaga Penelitian
Universitas Negeri Padang,

Prof. Dr. Ahmad Fauzan, M.Pd., M.Sc.
NIP. 19660430 199001 1 001



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN HASIL	i
LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN.....	ii
RINGKASAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	16
BAB IV METODE PENELITIAN	17
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	20
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN	31

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Harga kekerasan dengan lama pelapisan 30 menit dan temperature pelapisan 80 °C	20
Tabel 2. Harga kekerasan dengan lama pelapisan 60 menit dan temperature pelapisan 60 °C	21
Tabel 3. Harga kekerasan dengan lama pelapisan 60 menit dan temperature pelapisan 70 °C	21
Tabel 4. Harga kekerasan dengan lama pelapisan 60 menit dan temperature pelapisan 80 °C	22
Tabel 5. Harga kekerasan dengan lama pelapisan 90 menit dan temperature pelapisan 80 °C	22

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Pengaruh kadar karbon terhadap sifat mekanik baja	5
Gambar 2. Perbandingan lapisan pada proses electroplating dengan electroless.	7
Gambar 3. Pengaruh temperatur perlakuan panas terhadap kekerasan hasil electroless nickel	13
Gambar 4. Diagram keseimbangan Nikel-Phospor	14
Gambar 5. Grafik Hasil uji kekerasan specimen dengan beda temperature Pelapisan	23
Gambar 6. Hasil uji kekerasan specimen dengan beda waktu pelapisan	24
Gambar 7. Hasil pelapisan dengan t: 60 menit dan T:80 ⁰ C	24
Gambar 8. Hasil pelapisan dengan t: 90 menit dan T:80 ⁰ C	25
Gambar 9. Hasil pelapisan dengan t: 60 menit dan T:70 ⁰ C	25
Gambar 10. Hasil pelapisan dengan t: 30 menit dan T:80 ⁰ C	26
Gambar 11. Hasil pelapisan dengan t: 60 menit dan T:60 ⁰ C	26
Gambar 12. Hasil uji keras beda temperature perlakuan panas	28

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar belakang masalah

Beberapa produk logam memerlukan pengerjaan akhir. Diantara proses pengerjaan akhir adalah proses pelapisan. Proses ini merupakan proses yang sangat penting, karena dapat meningkatkan beberapa sifat yang diinginkan.

Proses pelapisan 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 berikut ini:

- Daya tahan korosi
- Daya tahan gores
- Mampu solder
- Daya kontak listrik
- Mampu pantul/bias cahaya
- Daya tahan temperatur tinggi

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

Pelapisan tanpa listrik yang dilakukan pada penelitian ini adalah pelapisan nikel (*electroless nickel plating*). Pelapisan nikel ini banyak diaplikasikan untuk berbagai komponen mesin, karena pelapisan ini memiliki keunggulan antara lain tahan korosi dan tahan aus serta memiliki teknologi sederhana, ketebalan lapisan merata diseluruh permukaan logam mengikuti kontur permukaan. Di samping itu proses pelapisan 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 pelapisan 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 pelapisan nikel tanpa listrik. Untuk mendapatkan hasil dengan karakteristik yang diharapkan, maka penelitian ini dilakukan dengan optimasi parameter-parameter pelapisan dan proses perlakuan panas.

B. Identifikasi masalah

Permasalahan yang sering ditemukan dalam proses pelapisan tanpa listrik ini adalah yang menyangkut parameter-parameter proses pelapisan nikel serta proses perlakuan panas yang dilakukan. Adapun parameter-parameter pada proses pelapisan tersebut adalah temperatur larutan pelapis, waktu pelapisan serta komposisi campuran larutan atau jenis larutan yang digunakan. Pada tahap perlakuan panas parameter yang berpengaruh adalah temperatur pemanasan dan lama waktu penahanan.

C. Pembatasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

- a. Proses pelapisan akan dilakukan dengan waktu pelapisan 30, 60 dan 90 menit, serta temperatur yang digunakan 60°C , 70°C , 80°C

- b. Proses perlakuan panas dengan variasi temperatur pemanasan 300°C , 350°C , 400°C , 450°C , 500°C , dengan waktu penahanan konstan selama 60 menit.
- c. Karakterisasi yang dilakukan pada hasil pelapisan adalah pengujian kekerasan.

D. Perumusan masalah

Berdasarkan uraian latar belakang dan identifikasi masalah, maka dalam penelitian ini dapat dirumuskan masalah yang akan diteliti, yaitu:

1. Apakah terdapat perbedaan kekerasan dengan waktu pelapisan 30, 60 dan 90 menit serta temperatur pelapisan yaitu 60°C , 70°C , 80°C ?
2. Apakah terdapat perbedaan kekerasan dengan proses perlakuan panas dengan variasi temperatur pemanasan 300°C , 350°C , 400°C , 450°C , 500°C , dengan waktu penahanan konstan selama 60 menit ?

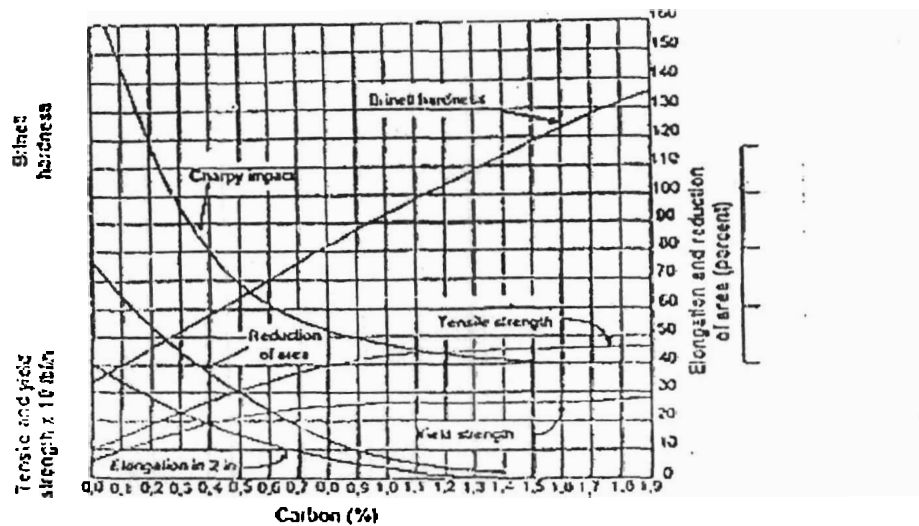
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

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

1. Baja Karbon

Baja pada dasarnya adalah paduan besi-karbon dengan kadar karbon tidak lebih dari 1,67 % disamping juga mengandung sejumlah unsur paduan dan unsur pengotoran. Terdapat ribuan paduan yang memiliki komposisi dan perlakuan panas yang berbeda. Baja dibuat dari besi kasar / besi spons dengan mengurangi kadar karbon dan unsur lain yang tidak diperlukan. Sifat-sifat mekanik baja sangat bergantung kepada kandungan karbon yang biasanya kurang dari 1% berat. Pengaruh persentase karbon pada baja terhadap sifat mekaniknya dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 1. Pengaruh kadar karbon terhadap sifat mekanik baja

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa kekerasan dan kekuatan baja meningkat dengan bertambahnya kadar karbon. Sedangkan keuletan akan menurun dengan meningkatnya kadar karbon tersebut.

Biasanya baja dikelompokan berdasarkan konsentrasi karbon dan struktur mikro yang dikandungnya.

Pengelompokan baja menurut kadar karbonnya :

. Baja Karbon Rendah

Baja karbon rendah (low carbon steel) mengandung kurang dari 0,3% berat unsur karbon dan apabila di *heat treatment* akan sukar membentuk fasa martensit, metode penguatan biasanya dilakukan melalui pengerjaan dingin. Struktur mikronya terdiri dari fasa ferit dan perlit. Akibatnya baja ini relatif lunak dan tidak kuat, akan tetapi memiliki keuletan dan ketangguhan yang luar biasa. Aplikasi baja karbon rendah antara lain pada komponen-komponen kerangka kendaraan, konstruksi bangunan, dan pelat yang digunakan pada bangunan, jembatan dan kaleng timah.

- Baja Karbon Sedang

Baja karbon sedang (medium carbon steel) memiliki konsentrasi karbon antara 0,3% sampai dengan 0,6%. Untuk meningkatkan sifat-sifat mekaniknya, baja ini dapat diberikan perlakuan panas berupa austenisasi, *quenching*, tempering, intercritical annealing. Baja jenis ini memiliki *hardening* (mampu keras) yang rendah. Aplikasinya antara lain terdapat pada rel dan roda kereta api, baut, palu, pisau, roda gigi, poros engkol kendaraan, pegas, piston, dan pada bagian-bagian mesin lainnya serta pada komponen-komponen structural yang membutuhkan kombinasi antara kekuatan tinggi, ketahanan aus, dan ketangguhan.

-. Baja Karbon Tinggi

Baja karbon tinggi (high carbon steel) memiliki kandungan karbon antara 0,6% sampai dengan 1,4%. Merupakan jenis baja karbon yang paling keras, kuat, namun memiliki keuletan yang paling rendah dibanding baja karbon lain. Aplikasinya berupa cetakan, pegas, kawat kekuatan tinggi, dan perkakas potong.

Bahan yang dipakai dalam penelitian ini adalah Baja Karbon Rendah. Dilihat dari diagram Fe-C, baja ini dapat digolongkan kedalam baja jenis Hypo eutektoid.

2. Pelapisan Electroless Nickel

Teknik pelapisan nikel ini merupakan teknik pelapisan tanpa listrik (electroless nickel) dan banyak digunakan pada pelapisan besi. Meskipun proses ini menggunakan teknologi yang lebih sederhana dibandingkan proses pelapisan nikel konvensional, tetapi proses ini secara praktis memiliki beberapa keunggulan terutama untuk mengatasi kesulitan pelapisan 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.



(a) electroplating



(b) electroless

Gambar 2 . Perbandingan lapisan pada proses electroplating dengan electroless.

3. Proses pelapisan *Electroless Nickel*

Tahapan pelapisan nikel tanpa listrik (*electroless nickel*) yang pertama adalah persiapan spesimen yang meliputi : perataan dan penghalusan permukaan spesimen, pencucian kotoran (*degreasing*) dan pencucian lemak (*pickling*) .

Penghalusan dan perataan permukaan logam yang disebut juga dengan pembersihan secara mekanis, yaitu pengamplasan dan poles. Proses ini berpengaruh terhadap harga kekasaran permukaan yang juga akan berpengaruh terhadap ikatan antara logam dan pelapis. Selanjutnya adalah proses pembersihan atau pencucian yang terdiri dari dua langkah yaitu pencucian kotoran (*degreasing*) dan pencucian lemak (*pickling*).

Proses *degreasing* dilakukan menggunakan larutan alkohol, kemudian dilanjutkan dengan larutan metil etil keton pada temperatur 50°C dan *pickling* dilakukan menggunakan larutan HCl pada temperatur kamar dilanjutkan dengan pencelupan pada larutan H_2SO_4 . Proses *degreasing* dan *pickling* merupakan proses pembersihan nonmekanis.

Tahapan berikutnya adalah pelapisan logam menggunakan metoda pelapisan nikel tanpa listrik (*electroless nickel*). Pada proses ini pelapisan dilakukan dengan merendam atau mencelupkan logam kedalam rendaman sodium hipophosfit pada temperatur tertentu. Larutan pelapis akan melapisi seluruh permukaan logam secara merata.

Pada tahap setelah pelapisan, dilakukan proses perlakuan panas yang bertujuan untuk meningkatkan kekerasan lapisan. proses perlakuan panas dilakukan dengan memanaskan logam dan pendinginan dilakukan menggunakan media pendingin udara.

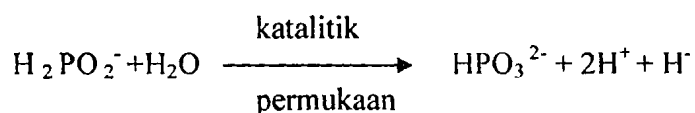
4. Mekanisme pelapisan Electroless Nickel

Teknik pelapisan nikel tanpa listrik (electroless nickel) merupakan teknik pelapisan 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 pelapisan dilakukan dengan cara mencelupkan logam yang akan dilapis ke dalam larutan elektroless yang mengandung bahan pelapis dan reduktor. Maka reaksi akan berlangsung dengan spontan (*autocatalytic*).

Pelapisan nikel tanpa listrik (electroless nickel) menggunakan reduktor hipophosphit dapat dilakukan dalam larutan asam maupun basa yang dibedakan berdasarkan pH larutan. Reaksi yang terjadi saat proses pengendapan nikel dengan larutan hipophosphit pada permukaan yang katalitik adalah sebagai berikut .

Tahap pertama:

Terjadi dehidrogenisasi katalitik dari hipophosphit dengan transfer hidrida ke permukaan katalitik

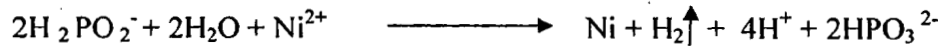


Tahap kedua :permukaan

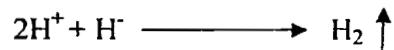
Ion-ion hidrida selanjutnya bereaksi dengan ion-ion nikel untuk membentuk deposit atau endapan .



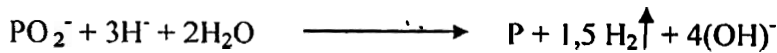
Reaksi total dapat dituliskan sebagai berikut :



Ion-ion hidrida tersebut akan bereaksi dengan ion-ion hidrogen yang menghasilkan gas hidrogen dengan reaksi sebagai berikut:

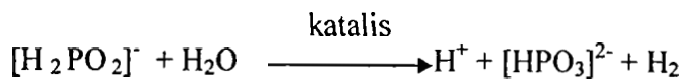
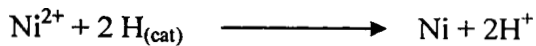
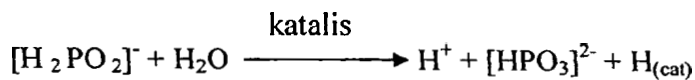


Sedangkan reaksi pembentukan phosphor yang diusulkan Pearlstein mengikuti reaksi .



Deposit yang dihasilkan bukan murni nikel tetapi mengandung sekitar 3 sampai 15% phosphor.

Adapun teori deposisi nikel phosphorus selama proses pelapisan adalah sebagai berikut :



Reaksi deposisi pada proses *electroless nickel phosphorus* terjadi pada permukaan katalis besi. Proses yang terjadi adalah ion $[\text{H}_2\text{PO}_2]^-$ dioksidasi menjadi ion orthophosphite $[\text{HPO}_3]^{2-}$ dan atom hidrogen bebas sebagian terabsorpsi pada permukaan katalis (besi). Selanjutnya ion nikel direduksi menjadi nikel logam oleh

atom hidrogen. Pada waktu yang bersamaan, sebagian ion $[H_2PO_2]^-$ akan direduksi oleh atom hidrogen yang teradsorpsi menjadi ion hidroksil $[OH^-]$, air

$[H_2O]$, dan P pada permukaan katalis. Sedangkan bagian ion $[H_2PO_2]^-$ juga dioksidasi penguraian ion-ion nikel, waktu pelapisan yang berpengaruh terhadap banyaknya ion-ion nikel yang terdeposit pada logam dasar serta pH larutan yang berpengaruh terhadap terbentuknya deposisi nikel pada logam dasar.

5. Jenis larutan

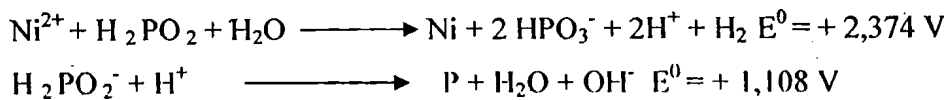
Larutan lapisan *electroless nickel* terdiri dari dua jenis yang dibedakan berdasarkan keasaman yaitu larutan asam dengan pH 4 – 7 dan larutan amoniakal atau basa dengan pH 8 -11. Rendaman asam digunakan secara komersial. Larutan *electroless nickel* tersebut terdiri dari komponen-komponen yang memiliki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

6. PH larutan

Laju deposisi dari larutan asam menurun pada pH larutan yang lebih rendah. Sehingga larutan dengan pH dibawah 4 tidak digunakan karena laju deposisinya cukup rendah. pH yang umum digunakan untuk proses pelapisan nikel tanpa listrik (*electroless nickel*) jenis asam adalah 4,2 hingga 6. Sebagai catatan dari persamaan diatas, ion hidrogen merupakan produk dari reaksi pelapisan. Untuk menghindari penurunan pH larutan yang cepat (dan berakibat penurunan laju deposisi) ditambahkan zat penyangga (*buffer*) seperti *hydroxyacetate*, *acetate*, *citrate*, *succinate* atau *lactate* dalam pembuatan larutan. Penambahan zat penyangga dilakukan secara periodik selama proses berlangsung untuk menetralkan asam yang terbentuk selama deposisi. 10 % *sodium hydroxide* atau larutan karbonat ditambahkan dengan pelan-pelan menggunakan pengaduk (*agitasi*). Zat yang biasa digunakan adalah amonium

hidroxyde (NH₄OH). NH₄OH berfungsi untuk mengganti amonia yang terevaporasi dan menetralsir asam yang diproduksi oleh reaksi deposisi.

pH berpengaruh terhadap laju pengendapan dari unsur Ni pada saat proses pelapisan seperti reaksi berikut ini :



Berdasarkan reaksi pertama maka bila pH semakin besar berarti H⁺ makin kecil sehingga kesetimbangan akan bergeser ke kanan (laju pengendapan Ni bertambah tinggi). Sebaliknya berdasarkan reaksi kedua, bila pH semakin besar maka konsentrasi OH⁻ akan bertambah sehingga kesetimbangan akan bergeser ke kiri (laju pengendapan P akan menurun). Harga E⁰ reaksi pertama lebih besar dibandingkan harga E⁰ reaksi kedua, hal ini menunjukkan bahwa reaksi pengendapan Ni lebih spontan dari pada reaksi pengendapan P.

7. Temperatur pelapisan (pencelupan)

Temperatur rendaman merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi laju deposisi pelapisan nikel tanpa listrik. Laju deposisi akan mengkat hampir secara eksponensial dengan temperatur. Banyak rendaman digunakan pada temperatur tinggi yang dapat dilakukan untuk mengambil keuntungan laju deposisi yang tinggi. Hubungan antara laju deposisi terhadap temperatur sebagai berikut :

$$\frac{\alpha \log r}{\alpha \left(\frac{1}{T}\right)} = \frac{E^x}{2.3R_G}$$

Dimana: r = laju pelapisan, mg/cm²

T = temperatur absolut, K

E^x = energi aktivasi, cal/g mol

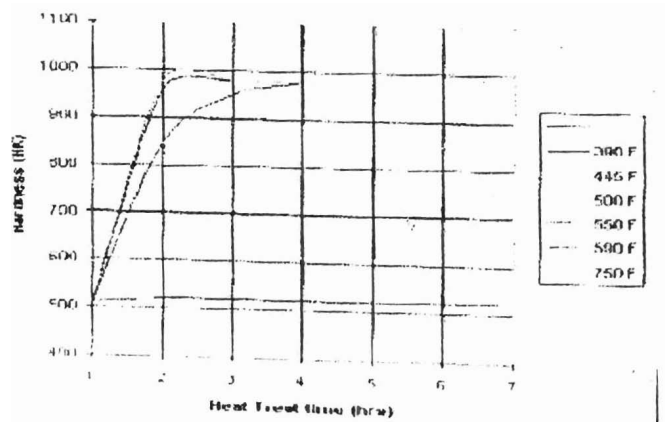
R_G = konstanta gas, cal/g mol.K

8. Karakteristik Hasil Lapisan Electroless Nickel

Deposit dari hasil pelapisan EN bukan merupakan Ni murni tetapi terdapat sejumlah unsur P. Hasil dari proses pelapisan tersebut memiliki harga kekerasan yang masih rendah sehingga perlu dilakukan proses perlakuan panas untuk meningkatkan kekerasannya. Proses perlakuan panas dilakukan dengan memanaskan spesimen yang telah dilapis pada temperatur $300^{\circ} - 550^{\circ}\text{C}$ selama 1 jam dan selanjutnya didinginkan di udara. Menurut Pearlstein, lapisan elektroless nikel adalah larutan padat lewat jenuh phosphor dalam kristal nikel yang halus dimana perlakuan panas pada temperatur 400°C akan menyebabkan terjadinya presipitasi Ni_3P dan pertumbuhan butir. Kekerasan diperoleh karena terbentuknya presipitasi Ni_3P pada lapisan hasil *electroless nickel*.

9. Proses Perlakuan Panas

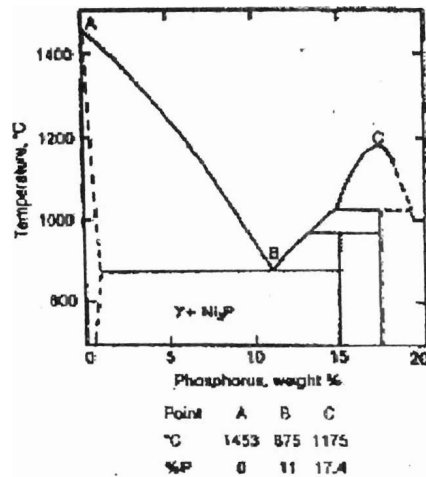
Proses perlakuan panas diperlukan untuk membantu difusi atom Ni dan P untuk membentuk presipitat Ni_3P . Proses dilakukan dengan memanaskan spesimen dalam tungku pemanas, dilakukan penahanan selama 1 jam dan selanjutnya didinginkan di udara. Pemanasan dilakukan pada temperatur yang berbeda untuk mengetahui beda kekerasan yang dihasilkan (mendapatkan data dengan kekerasan maksimal)



Gambar 3. Pengaruh temperatur perlakuan panas terhadap kekerasan hasil electroless nickel

10. Diagram Ni-P

Titik cair eutektik pada 875°C terbentuk antara Nikel dan paduan Ni_5P_2 . Paduan eutektik digunakan sebagai material brazing tetapi bentuk ini menjadi faktor penting pada beberapa jenis korosi panas dari paduan dasar nikel. Fasa Ni_3P terbentuk dibawah temperatur eutektik dengan fasa matrik Ni (γ) dengan kadar P sekitar 0,5% - 15%.



Gambar 4. Diagram keseimbangan Nikel-Phospor

11. Difusi pada Logam

Ikatan yang terjadi antara logam dasar dengan logam pelapis saat proses perlakuan panas merupakan suatu mekanisme difusi. Difusi merupakan proses perpindahan suatu massa atom relatif terhadap atom tetangganya dalam suatu fasa disebabkan karena pengaruh energi termal dari adanya perbedaan konsentrasi. Beberapa faktor yang mempengaruhi laju difusi adalah temperatur sebagai sumber energi termal, ukuran atom serta koefisien difusi logam. Perpindahan partikel secara ideal dinyatakan dengan fluks, J , dari partikel per detik per luasan dari suatu bidang referensi dalam arah x terhadap keberadaan gradien konsentrasi dc/dx yang diberikan dalam bentuk umum Hukum Ficks I :

$$J = - D (dc/dx)$$

dimana D adalah koefisien difusivitas (cm^2/s) yang dituliskan sebagai berikut :

$$D = D_0 \exp (-Q/RT)$$

dimana D_0 adalah faktor frekuensi (cm^2/s), Q adalah energi aktivasi untuk proses perpindahan (cal/mol.K), T adalah temperatur (K) dan R merupakan konstanta gas (1.987 cal/mol).

Hukum Ficks I merupakan suatu rumusan untuk difusi pada kondisi *stationer (steady state)* dimana konsentrasi atom hanya berubah terhadap jarak dan tidak dipengaruhi oleh waktu. Sedangkan pada kondisi *nonsteady state* konsentrasi atom akan berubah terhadap jarak dan waktu, yang dirumuskan dalam hukum Ficks II sebagai berikut :

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D(\partial^2 c / \partial x^2)$$

dimana t adalah waktu (detik)

12. Pertanyaan Penelitian

Apakah terdapat perbedaan kekerasan dengan waktu pelapisan 30, 60 dan 90 menit serta temperatur pelapisan yaitu 60 °C, 70 °C, 80 °C serta proses perlakuan panas dengan variasi temperatur pemanasan 300 °C, 350 °C, 400 °C, 450 °C, 500 °C, dengan waktu penahanan konstan selama 60 menit ?

BAB IV

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Berdasarkan pokok permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini, maka peneliti menggunakan metode kuantitatif. Penelitian dengan melakukan percobaan yang dilaksanakan di labor bahan jurusan Teknik Mesin UNP melalui pengamatan dan analisa untuk mendapatkan data yang diinginkan.

B. Prosedur Penelitian

Dalam penelitian ini, dilakukan melalui beberapa tahapan prosedur pelaksanaan yang dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Objek Penelitian

Sebagai objek penelitian ini adalah baja dengan 0,3% C, terdiri dari 14 specimen yang akan mengalami pelapisan nikel tanpa listrik dengan waktu dan perlakuan panas yang berbeda-beda. Untuk uji kekerasan yang nantinya akan dilaksanakan pengujian pada mesin uji kekerasan Shore Hardness Tester.

2. Jenis dan sumber Data

1. Jenis Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer, dimana pengambilan data langsung dari hasil pengujian berupa pengujian kekerasan Vickers.

2. Sumber Data

Sumber data dari penelitian ini adalah Labor Bahan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang .

3. Alat dan Bahan

- Baja Karbon rendah
- Alat untuk pelapisan logam.
- Larutan Ni-P
- Termometer
- pH meter
- Gelas pemanas
- Tungku pemanas
- Alat uji kekerasan

4. Parameter proses pelapisan

Parameter yang dipilih pada proses pelapisan dan perlakuan panas pada penelitian ini adalah:

- | | |
|-------------------------------------|---------------------------|
| - Waktu pelapisan(menit) | : 30, 60, 90 |
| - Temperatur pelapisan (°C) | : 60, 70, 80 |
| - Temperatur perlakuan panas (°C) | : 300, 350, 400, 450, 500 |
| - Waktu penahanan (menit) | : 60 menit (konstan) |

5. Proses pelapisan dan perlakuan panas

Sebelum dilakukan pelapisan, spesimen yang akan dilapisi terlebih dahulu dibersihkan untuk mendapatkan hasil pelapisan yang baik. Untuk pembersihan ini dilakukan pengamplasan dan dilanjutkan dengan pemolesan. Kemudian dibersihkan dengan larutan H₂SO₄. Lalu dilakukan pembilasan dengan air. Setelah melakukan pembersihan, barulah dilakukan proses pelapisan sesuai dengan temperatur larutan yang dikehendaki dan lamanya proses pelapisan (dapat dilihat pada parameter proses pelapisan). Selesai pengerjaan pelapisan ini, lalu dilakukan proses perlakuan panas dengan memanaskan spesimen dalam tungkupemanas. Lalu dilakukan pemanasan

dengan variasi temperatur 300, 350, 400, 450, 500 ($^{\circ}\text{C}$) dan penahanan konstan selama 60 menit. Pendinginan dilakukan di udara terbuka.

6. Pengambilan data

Data diambil dari pengukuran kekerasan hasil lapisan yang mengalami perlakuan panas dan tanpa perlakuan panas untuk mengetahui perubahan kekerasan yang dihasilkan dari proses perlakuan panas.

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Dari hasil penelitian ini didapatkan data hasil kekerasan dengan parameter percobaan yang dipilih pada proses pelapisan dan perlakuan panas pada penelitian ini adalah: Waktu pelapisan 30, 60, dan 90 menit dan temperatur pelapisan 60, 70, 80 °C serta temperatur perlakuan panas 300, 350, 400, 450, 500°C dengan waktu penahanan selama 60 menit. Penelitian menggunakan metode kuantitatif. Penelitian dengan melakukan percobaan yang dilaksanakan di labor bahan jurusan Teknik Mesin UNP melalui pengamatan dan analisa untuk mendapatkan data yang diinginkan.

Pada penelitian ini kekerasan hasil pelapisan dilakukan sebelum dan sesudah perlakuan panas. Ini dilakukan untuk mengetahui perubahan kekerasan yang dihasilkan dari proses perlakuan panas. Berikut ini adalah hasil pengukuran kekerasan lapisan

Tabel 1. Harga kekerasan dengan lama pelapisan 30 menit dan temperature pelapisan 80 °C

No	Tanpa perlakuan panas (HV)	Dengan perlakuan panas T= 450°C (HV)
1	470	690
2	460	680
3	460	680
4	480	670
5	480	680
Rata-rata	470	680

Tabel 2. Harga kekerasan dengan lama pelapisan 60 menit dan temperature pelapisan 60 °C

No	Tanpa perlakuan panas (HV)	Dengan perlakuan panas T= 450°C (HV)
1	420	520
2	410	520
3	410	500
4	420	510
5	410	520
Rata-rata	414	514

Tabel 3. Harga kekerasan dengan lama pelapisan 60 menit dan temperature pelapisan 70 °C

No	Tanpa perlakuan panas (HV)	Dengan perlakuan panas T= 450°C (HV)
1	540	720
2	540	730
3	530	730
4	540	710
5	530	730
Rata-rata	536	724

Tabel 4. Harga kekerasan dengan lama pelapisan 60 menit dan temperature pelapisan 80 °C

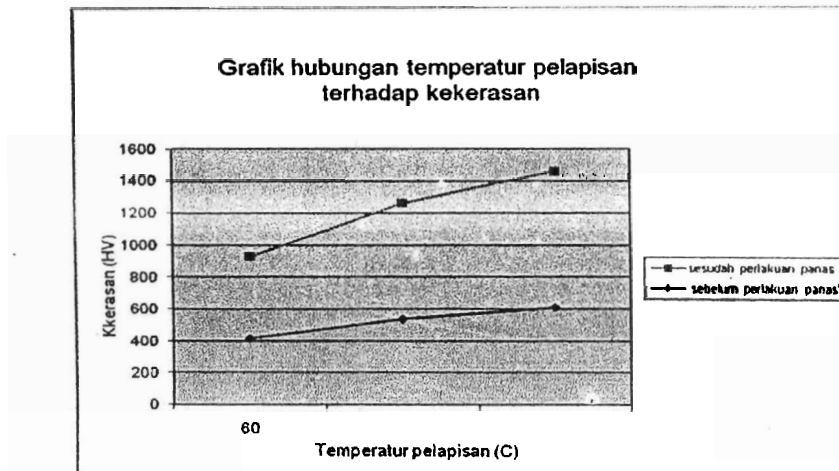
No	Tanpa perlakuan panas (HV)	Perlakuan panas 300°C (HV)	Perlakuan pangs 350°C (HV)	Perlakuan panas 400°C (HV)	Perlakuan panas 450°C (HV)	Perlakuan panas 550°C (HV)
1	600	520	540	710	850	920
2	600	510	540	700	850	910
3	610	520	550	700	860	900
4	620	530	530	710	840	910
5	610	530	530	720	850	920
Rata-rata	608	522	538	708	850	912

Tabel 5. Harga kekerasan dengan lama pelapisan 90 menit dan temperature pelapisan 80 °C

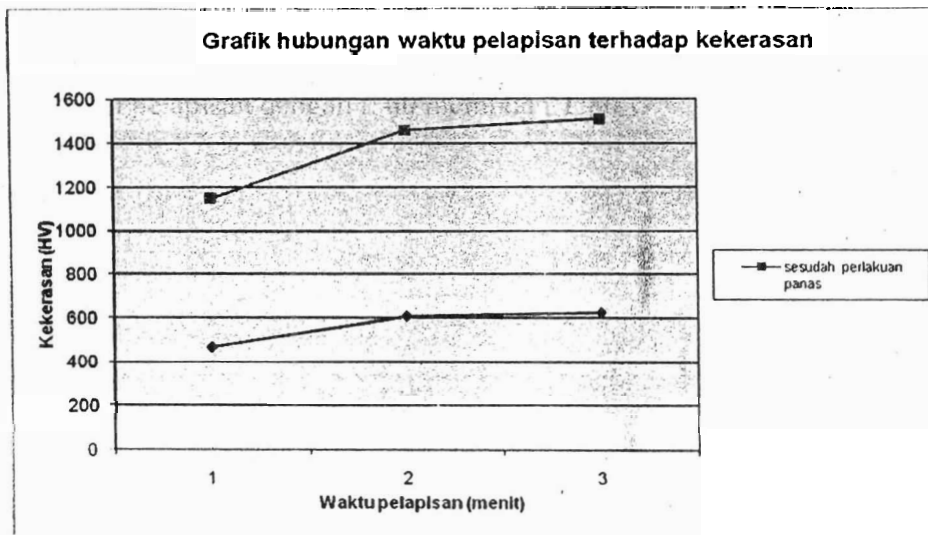
No	Tanpa perlakuan panas (HV)	Dengan perlakuan panas T= 450°C (HV)
1	620	890
2	620	880
3	630	880
4	630	890
5	620	880
Rata-rata	624	884

B. Pembahasan

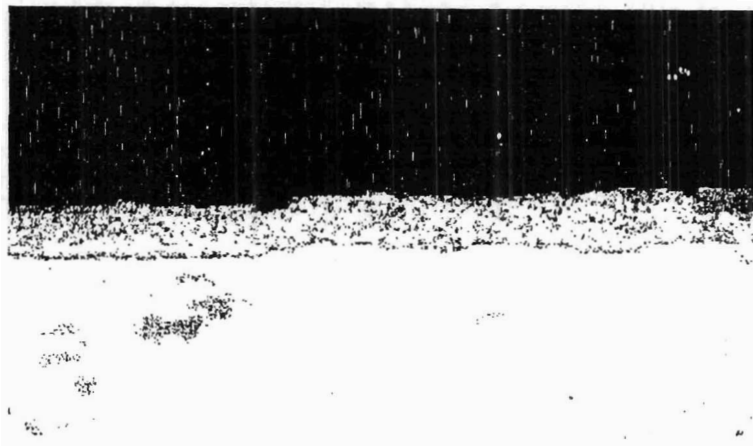
Dari hasil uji kekerasan dengan beda waktu dan temperature pelapisan, jelas terlihat perbedaan harga kekerasan seperti tampak pada grafik dibawah ini



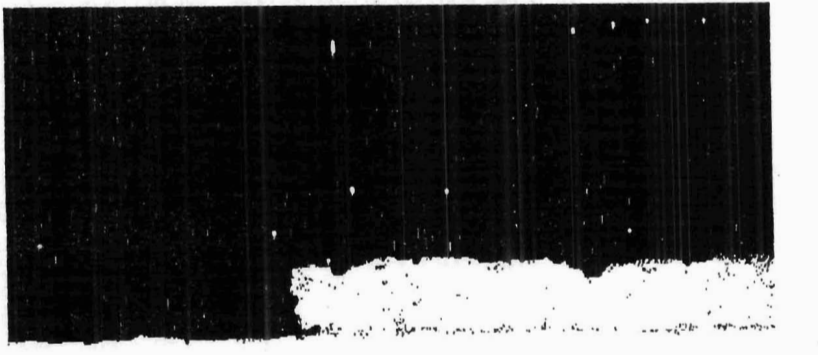
Gambar 5. Grafik Hasil uji kekerasan specimen dengan beda temperature pelapisan



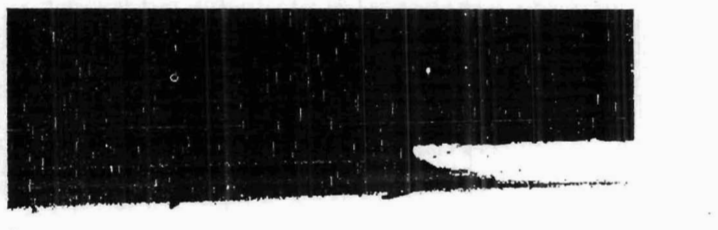
Gambar 6. Hasil uji kekerasan specimen dengan beda waktu pelapisan



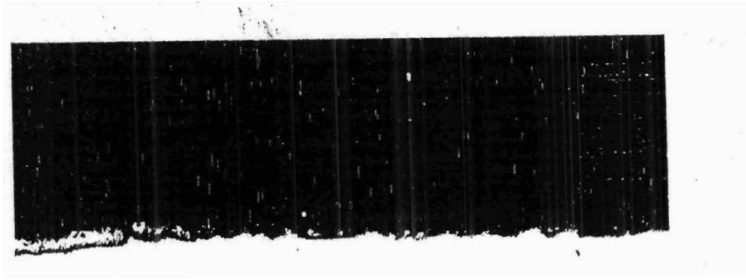
Gambar 7. Hasil pelapisan dengan t: 60 menit dan T:80°C



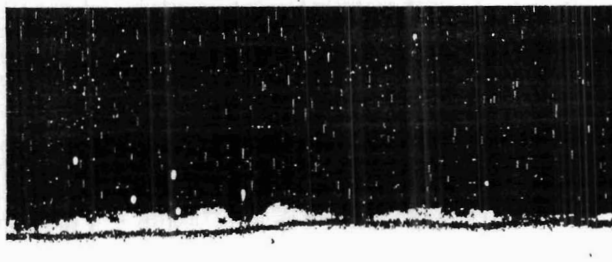
Gambar 8. Hasil pelapisan dengan t: 90 menit dan T:80⁰C



Gambar 9. Hasil pelapisan dengan t: 60 menit dan T:70⁰C



Gambar 10. Hasil pelapisan dengan t: 30 menit dan T:80⁰C



Gambar 11. Hasil pelapisan dengan t: 60 menit dan T:60⁰C

Dari gambar lima terlihat bahwa semakin tinggi temperature pelapisan, kekerasannya juga semakin meningkat. Pada temperature pelapisan 60°C sebelum perlakuan panas kekerasannya 414 VHN dan pada temperature pelapisan 80°C sebelum perlakuan panas kekerasannya 608VHN. Semakin lama waktu pelapisan dari 30 menit sampai 90 menit, harga kekerasannya juga semakin meningkat dari 414 VHN sampai 608 VHN dibanding setelah perlakuan panas 514 – 884 VHN . Ini terjadi karena pada temperature yang semakin tinggi sampai 90°C akan menyebabkan reaksi komposisi kimia menjadi lebih cepat sehingga memungkinkan deposisi atom-atom Ni dan P semakin banyak dan semakin rapat. Dengan pelapisan yang lebih lama (90 menit) maka akan semakin banyak deposisi atom-atom Ni dan P pada permukaan, sehingga lapisan akan menjadi semakin tebal dan susunan atom juga akan menjadi semakin rapat. Seperti tampak pada struktur mikro (Gambar 7 sampai gambar 11). Dengan demikian pergerakan atom akan menjadi semakin sulit sehingga akan meningkatkan kekerasan.

Perbedaan kekerasan juga terlihat pada specimen sebelum dan sesudah perlakuan panas. Kekerasan specimen setelah perlakuan panas akan meningkat, sebelum perlakuan panas kekerasannya karena terjadinya difusi pada atom-atom yang terdapat pada lapisan, serta saling berikatan dan membentuk senyawa baru yaitu Ni_3P . Tetapi pada perlakuan panas dengan temperature 300 dan 350°C justru kekerasannya menjadi turun. Karena pada fase ini belum terbentuk fasa Ni_3P .

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan data dan analisa hasil pengujian diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Kekerasan lapisan logam meningkat setelah logam mengalami perlakuan panas, Dimana sebelum perlakuan panas kekerasannya 414 VHN dan setelah perlakuan panas kekerasannya menjadi 884 VHN.
2. Semakin lama waktu pelapisan dari 30 menit sampai 90 menit, diperoleh peningkatan hasil kekerasan lapisan dari 514 VHN sampai 884 VHN.
3. Semakin tinggi temperature perlakuan panas mengakibatkan kekerasan meningkat dari 522 VHN sampai 912 VHN.
4. Meningkatnya kekerasan setelah perlakuan panas diakibatkan terbentuknya fasa Ni_3P yang merupakan fasa keramik yang keras:

B. Saran

1. Sebaiknya dilakukan pengujian dengan variasi suhu yang banyak perbedaannya serta pH larutan diperhatikan.
2. Untuk lebih memaksimalkan hasil pelapisan ini hendaknya dilakukan pengujian pada lapisan supaya dapat mengetahui ketahanan lapisan terhadap lingkungan kerja.

DAFTAR PUSTAKA

- ASM Handbook Vol 5. 1992. *Surface Engineering*. 9th ed. USA: American Society for Metals.
- Callister, M.D..1990. *Material Science and Engineering an Introduction*. New York: John Willey and Sons.
- Djafri, Sriati .1989. Elements of Materials Science and Engineering (LH. Van Vlack. Terjemahan). USA: Addison-Wesley Publishing Company. .
- George F. Vander Voort. 1984. *Metallography*. USA: : Mc Graw Hill Book Company, Inc.
- Electroless Nickel Plating, <http://aimf.org.au/index.htm>.
- HE Davis, GE Troxell, GF.W Hauck. 1982. *The Testing of Engineering Materials*. USA: Mc Graw Hill Book Company, Inc.
- JK Dennis, T.E Such. 1972. *Nickel and Chromium Plating*. London: Newnes-Butterworths.
- K-E Thelning. 1975. *Steel and Its Heat Treatment*. England: Fakenham Press Ltd.
- Metals and Book Vol 7. 1972. *Atlas of Microstructures of Industrial Alloys*. USA: American Society for Metals.
- Robert Wilson. 1975. *Metallurgy and Heat Treatment of Tool Steels*. England: Mc Graw Hill Book Company Limited.
- Saleh AA. 1999. *Pelapisan Logam*. Bandung: Balai Besar Pengembangan Industri Logam dan Mesin.
- Schaffer. 1999. *The Science and Design of Engineering Materials*. USA: Mc Graw Hill Book Company, Inc.
- Suherman W. 1987 *Pengetahuan Bahan*. ITS: Jurusan Teknik Mesin.

LAMPIRAN

Riwayat hidup peneliti

Ketua Peneliti

Nama lengkap dan gelar : **Drs. Irzal, M.Kes**
Pangkat/Golongan / NIP : **Penata/III c/ 131772664**
Jabatan Fungsional : **Lektor**
Fakultas / Jurusan : **Fakultas Teknik / Teknik Mesin**
Tempat Tanggal Lahir : **Padang / 14 Agustus 1961**
Pekerjaan : **Staf pengajar Teknik Mesin UNP Padang**

Riwayat Pendidikan

Pendidikan S1 : **FKT IKIP Padang tahun 1986**
Pendidikan S2 : **Pasca Sarjana UGM Yogyakarta 2002**
Alamat : **Komplek Perumahan ITP, Jl. Teknik
Mesin B/10 Gunung Pangilun, Padang**

Pengalaman Penelitian :

1. Pembuatan alat saringan kompor yang ergonomis untuk sentra industri kecil di kota Padang

Anggota Peneliti

Nama lengkap dan gelar : **Zonny Amanda Putra, ST, MT**
Pangkat/Golongan / NIP : **Penata/III.c/ 132146709**
Jabatan Fungsional : **Lektor**
Fakultas / Jurusan : **Fakultas Teknik / Teknik Mesin**
Tempat Tanggal Lahir : **Padang /23 Oktober 1965**
Pekerjaan : **Staf pengajar Teknik Mesin UNP Padang**

Riwayat Pendidikan

Pendidikan S1 : Teknik Mesin ITS Surabaya 1994

Pendidikan S2 : Magister Teknik Material ITB Bandung 2004

**Alamat Griya Permata Blok E/13 Jl. Gunung Ledang Kel
Tabiang Banda gadang, Kecamatan Nanggalo
Padang**

Pengalaman Penelitian

1. Pengaruh pre-heat dan post-heat pada pengelasan SMAW terhadap baja Karbon rendah dan medium dengan pengujian mekanik.
2. Penelitian pengaruh lapisan kromat pada ketahanan korosi baja galvanis.
3. Pengembangan model student- centered learning berbasis E-Media dalam mata kuliah teknologi bahan di jurusan teknik mesin FT-UNP.
4. Uji Validitas dan Reliabilitas e-Media Mata Kuliah Teknologi Bahan di Jurusan Teknik Mesin FT UNP Padang
5. Pengaruh Temperatur ICA dan -Temper Terhadap Baja Karbon Sedang
6. Pengaruh waktu pelapisan dan temperatur perlakuan panas terhadap kekerasan hasil pelapisan nikel tanpa listrik (Electroless nickel) terhadap baja karbon rendah