

## **PENGARUH VARIASI TEGANGAN DAN WAKTU PADA PROSES PELAPISAN NIKEL TERHADAP KEKUATAN BENDING BAJA ST 41**

**M Jauhari P**

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail : [emailnyaj@gmail.com](mailto:emailnyaj@gmail.com)

**Arya Mahendra Sakti**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail : [aryasakti\\_2006@yahoo.com](mailto:aryasakti_2006@yahoo.com)

### **Abstrak**

Penelitian ini membahas tentang pengaruh variasi tegangan dan waktu lama proses pelapisan nikel terhadap kekuatan bending material baja ST41. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh tegangan, waktu pelapisan terhadap kekuatan bending material baja ST 41 setelah dilakukan proses pelapisan nikel. Pengujiannya menggunakan standar pengujian bending ASTM B489. Proses pelapisan nikel menggunakan variasi tegangan 3 volt, 4 volt, 5 volt dan variasi waktu lama proses pelapisan 5 menit, 10 menit, 15 menit. Pada material yang dilapisi menggunakan tegangan 4 volt dan waktu 10 menit memperoleh hasil rata-rata kekuatan bending maksimal tertinggi yaitu 4338,54 N , sedangkan pada raw material rata-rata kekuatan bending maksimalnya sebesar 3976,56 N. Hasil pengujian tersebut membuktikan bahwa proses pelapisan nikel berpengaruh terhadap kekuatan bending material, ini didukung dengan hasil pengujian statistik menggunakan *univariate two way anova* yang menunjukkan adanya pengaruh variasi tegangan pada proses pelapisan nikel terhadap kekuatan bending yang dihasilkan dengan besarnya pengaruh sebesar 10,9% , sedangkan lama waktu proses pelapisan tidak berpengaruh secara signifikan karena semakin tebal lapisan nikel yang menempel pada material, maka semakin mudah rusak pula lapisan tersebut ketika dikenai beban bending.

**Kata Kunci:** baja st41, elektroplating nikel, pengujian bending, variasi tegangan, dan lama waktu.

### **Abstract**

This research talks about the influence of the voltage and time on nickel coating process against bend strength materials steel ST 41. The purpose of this research to know the influence of voltage, time coating against the strength of the bend materials steel ST 41 after nickel process. Bend test specimens used ASTM B489 Standart Practice for Bend Test for Ductility of Electrodeposited and Autocatalytically Deposited Metal Coating on Metal. Coating process on material using variation of the voltage 3V, 4V, 5V and time coating process 5 min, 10 min, 15min. Material which coated using 4V and 10 minutes obtain the highest average of maximum bend strength 4338.54 N, on the raw material obtain 3976,56 N. The results proved that the nickel coating process affects the bend strength of material ST41, is supported by using an univariate two way anova showed the influence of voltage variation on the nickel plating process against bend strength affect by 10.9%, while the length of time coating process not significant because time coating process affect the nickel layer become thick, and the thicker layer affect the harder layer so easily broken as well when subjected to bending loads.

**Keywords:** steel 41, nickel coatings, bend test, voltages variation and times.

## PENDAHULUAN

Baja karbon adalah salah satu material teknik yang sering digunakan dalam bidang industri otomotif dan konstruksi. Baja karbon sendiri menurut komposisi kimianya diklasifikasikan menjadi 3 yaitu baja karbon rendah, baja karbon sedang dan baja karbon tinggi. Baja ST 41 merupakan salah satu dari baja karbon rendah. Bahan ini termasuk dalam golongan baja karbon rendah karena dalam komposisinya mengandung karbon sebesar 0,20% - 0,30%. Baja karbon rendah sering digunakan dalam komponen mesin-mesin industri seperti *gear*, rantai, sekrup dan poros. Selain itu baja ST 41 juga digunakan sebagai *handle* rem sepeda motor, bodi mobil, pipa saluran, konstruksi jembatan, rivet.

Dalam penggunaan material tersebut terkadang ditemui kegagalan – kegagalan mekanis yang salah satunya diakibatkan karena material tersebut terkena pembebanan yang berulang. Baja ini memiliki kekerasan yang rendah sehingga cepat aus dan umurnya relatif pendek apabila mendapat pembebanan yang berulang. Selain itu, hal ini terjadi karena pada umumnya setiap material memiliki batas usia dalam pemakaiannya. Untuk itu perlu dilakukan suatu pencegahan dan perlakuan agar baja karbon rendah itu bertahan dalam penggunaan. Salah satu cara yang dapat mempertahankan kekuatan mekanis material tersebut yaitu dengan cara pelapisan atau *coating*.

Proses pelapisan secara *electroplating* ini berjalan dengan mencelupkan komponen yang akan dilapisi kedalam larutan yang mengandung ion-ion logam. Material yang akan dilapisi ini merupakan katoda yang dihubungkan dengan kutub negatif, sedangkan anoda dicelupkan kedalam larutan dan dihubungkan dengan kutub positif. Arus yang digunakan adalah arus DC. Pada proses ini terdapat parameter-parameter yang berpengaruh terhadap kualitas hasil pelapisan nikel seperti konsentrasi larutan, rapat arus, temperatur, waktu pelapisan, serta tegangan (Saleh, 2014).

Komponen yang terkena pembebanan berulang dalam waktu yang cukup lama beresiko mengalami kegagalan saat beroperasi, oleh sebab itu pengujian pada material baja karbon rendah ini perlu dikembangkan agar kekuatan serta umur pemakaiannya dapat bertambah.

Secara garis besar, permasalahan yang dihadapi dapat dirumuskan sebagai berikut :

- Bagaimana pengaruh variasi tegangan dan lama waktu pelapisan pada baja karbon rendah ST 41 terhadap kekuatan bending setelah dilakukan proses pelapisan nikel ?
- Variasi tegangan dan lama waktu yang manakah pada proses pelapisan nikel baja karbon rendah ST 41 yang menghasilkan rata-rata kekuatan

bending terbaik setelah dilakukan pengujian bending.

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditentukan, maka penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut :

- Untuk mengetahui pengaruh variasi tegangan dan lama waktu pelapisan pada baja karbon rendah ST41 terhadap kekuatan bending setelah dilakukan proses pelapisan nikel.
- Untuk mengetahui variasi tegangan dan waktu yang terbaik untuk proses pelapisan nikel pada baja karbon rendah ST 41 yang dapat menghasilkan kekuatan bending terbesar.

## METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian eksperimental yaitu metode penelitian yang dilakukan dengan mengadakan rekayasa terhadap objek-objek penelitian untuk mengetahui kekuatan bending objek penelitian yaitu baja karbon rendah ST41.

### Variabel Penelitian

Variabel-variabel yang termasuk dalam penelitian eksperimen ini adalah :

- Variabel bebas
  - Tegangan yang digunakan (3volt, 4volt, dan 5 volt).
  - Waktu lama proses pelapisan (5menit, 10menit, 15menit).
- Variabel kontrol
  - Material yang digunakan baja karbon rendah ST41 dengan dimensi diameter 10mm dan panjang 200mm.
  - Anoda yang digunakan adalah nikel lembaran berukuran 150mm x 100mm
  - Larutan elektrolit yang digunakan *Nickel Additive 22 350* liter dengan pH 4.
  - Larutan pembersih material yang digunakan sebelum diproses adalah HCl, Soda Api dan Sabun.
  - Jarak antar katoda dan anoda sebesar 400mm.
  - Rapat arus 0,255 A/mm<sup>2</sup>
- Variabel terikat
  - Hasil pelapisan nikel
  - Hasil pengujian bending

### Instrumen, Alat, dan Bahan

- Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :
  - Meteran
  - *Stopwatch*
  - Mesin uji bending

- Rectifier
- Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :
  - Gerinda tangan
  - Mesin pemoles
  - Bak pelapisan
  - Kabel
  - Sikat
  - Rak
- Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :
  - Larutan elektrolit ( Nickel Additive 22 )
  - Anoda (nikel lembaran)
  - Katoda (potongan baja ST41)
  - Larutan pembersih( HCl, Soda Api, Sabun)
  - Air

### Prosedur Penelitian

- Persiapan proses pelapisan
  - Mempersiapkan alat dan bahan
  - Pemotongan material baja ST41
  - Pemolesan spesimen
  - Membersihkan spesimen dengan air HCl, dibilas dengan air, dibersihkan lagi dengan air soda api, dibilas dengan air, setelah itu dibersihkan dengan sabun dan dibilas dengan air bersih.
  - Merangkai spesimen sesuai dengan skema elektroplating
  - Mengatur tegangan sesuai dengan rancangan penelitian.
- Proses pelapisan
  - Memasukkan spesimen ke dalam bak pelapisan sesuai dengan perbedaan tegangan serta waktu pelapisan yang diteliti
  - Mengangkat spesimen setelah waktu yang ditentukan
  - Mencatat spesimen sesuai dengan variasi tegangan dan waktu yang ditentukan
  - Membersihkan spesimen dengan air lalu di keringkan
- Pengujian material
  - Mengatur standart pengujian sesuai ASTM B489 untuk pengujian bending material yang telah dilapisi nikel
  - Meletakkan spesimen uji ke meja pengujian bending
  - Lakukan pengujian sesuai prosedur pada aplikasi di mesin uji bending UTM yang nantinya akan keluar data hasil pengujian dari masing-masing spesimen.
  - Simpan data hasil pengujian

- Analisis data
 

Setelah data hasil dari pengujian bending masing-masing spesimen didapatkan, maka data tersebut dilakukan pengujian data statistik dengan menggunakan ANOVA (*univariate two way anova*).
- Menyimpulkan
 

Setelah data dianalisis kemudian disimpulkan.

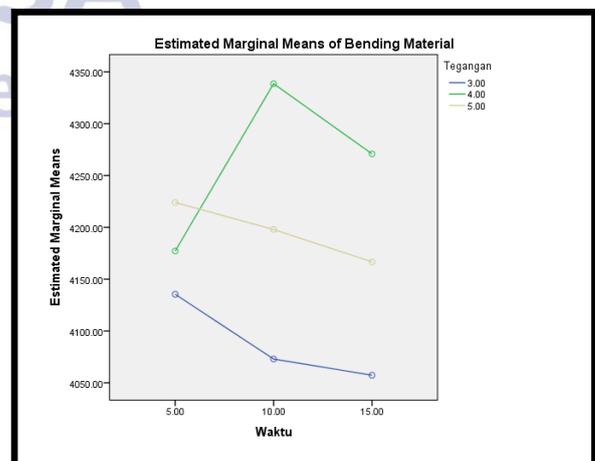
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Uji Bending

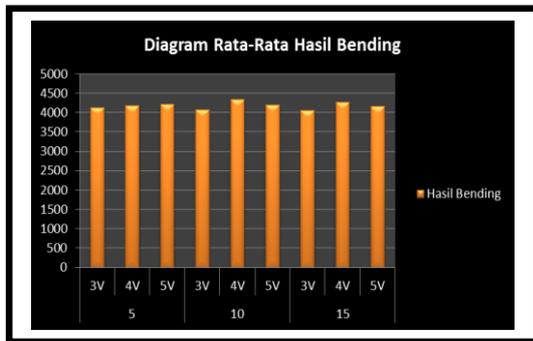
Pengujian bending dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari pelapisan nikel terhadap kekuatan bending material. Pengujian bending juga dilakukan untuk mengetahui variasi pelapisan mana yang menghasilkan material dengan kekuatan bending terbaik sehingga dapat diketahui kondisi operasi pelapisan nikel mana yang paling optimal. Hasil uji dari mesin uji bending (*Universal Testing Machine UH – 500kNI*) adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil uji bending spesimen dalam newton

Waktu (Menit)	Tegangan (Volt)	Pengujian Ke-			Rata-rata
		1	2	3	
Material dasar		3922,14	3921,88	4031,25	3976,56
5	3	4359,38	4078,13	3968,75	4135,42
	4	4125	4218,75	4187,5	4177,08
	5	4375	4312,5	3984,38	4223,96
10	3	4015,63	4093,75	4109,38	4072,92
	4	4390,63	4437,5	4187,5	4338,543
	5	4250	4218,75	4125	4197,917
15	3	4218,75	3890,63	4062,5	4057,293
	4	4140,63	4328,13	4343,75	4270,837
	5	4234,38	4156,25	4109,38	4166,67

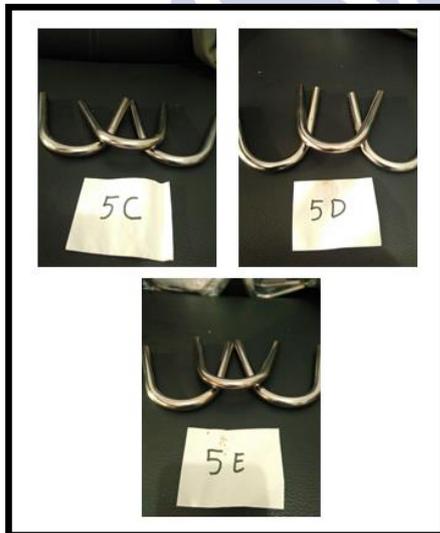


Gambar 1. Hubungan tegangan dan waktu terhadap kekuatan bending



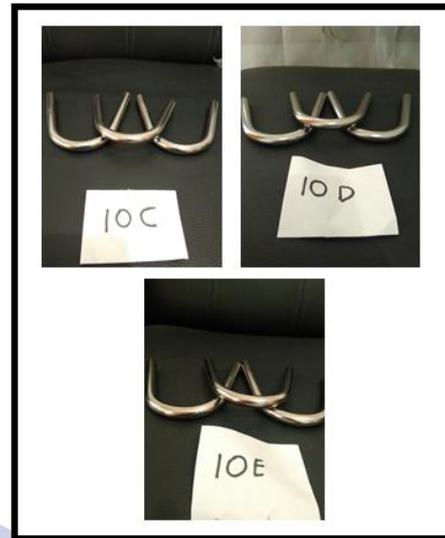
Gambar 2. Diagram rata-rata hasil bending

Dari hasil uji bending masing-masing material pada spesimen yang lama waktu proses pelapisan 5 menit, hasil pelapisan dengan menggunakan tegangan 5 volt memperoleh hasil rata-rata tertinggi (4223,96 N). Lapisan nikel pada permukaan material-material dengan waktu 5 menit serta tegangan pelapisan 3volt, 4volt, dan 5volt tidak ada yang terkelupas pada saat dilakukan pengujian bending, ini menunjukkan bahwa nikel yang melapisi material dapat menempel dengan baik.



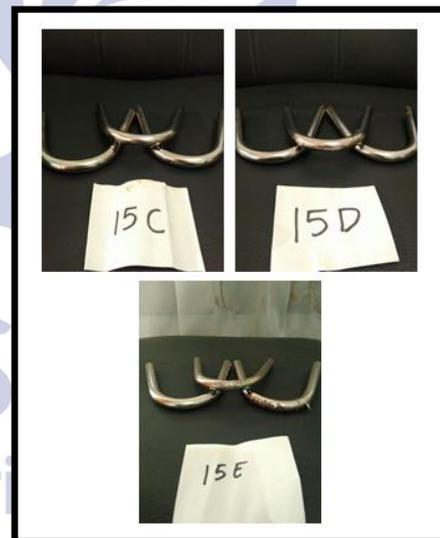
Gambar 3. Material dengan lama waktu 5 menit

Pada masing-masing spesimen yang lama waktu pelapisan 10 menit, hasil pelapisan dengan menggunakan tegangan 4 volt memperoleh hasil rata-rata tertinggi (4338,54 N). Material 10 menit yang dilapisi dengan tegangan 5 volt ketika dilakukan pengujian bending mengalami sedikit kerusakan pada permukaan yang tertekuk, namun tidak pada material yang dilapisi selama 10 menit dengan tegangan 3 volt dan 4 volt.



Gambar 4. Material dengan lama waktu 10 menit

Pada spesimen dengan lama waktu pelapisan 15 menit, hasil pelapisan dengan menggunakan tegangan 4 volt memperoleh hasil rata-rata bending tertinggi (4270,84 N). Material 15 menit yang dilapisi dengan tegangan 4 volt dan 5 volt ketika dilakukan pengujian bending mengalami sedikit kerusakan pada permukaan yang tertekuk, namun tidak pada material dengan tegangan 3 volt.



Gambar 5. Material dengan lama waktu 15 menit

Pada pengujian material dasar, rata-rata bending maksimal yang didapat sebesar 3976,57 N. Hal ini menunjukkan bahwa proses pelapisan nikel dapat memberikan efek yang signifikan terhadap kekuatan bending pada material, ini didukung dengan hasil pengujian anova yang menunjukkan bahwa tegangan pada proses pelapisan nikel berpengaruh terhadap kekuatan bending material baja ST 41 dengan besarnya pengaruh sebesar 38,3%. Sedangkan lama waktu proses pelapisan terbukti tidak berpengaruh secara signifikan. Semakin

lama waktu proses pelapisan logam, maka akibatnya lapisan yang dihasilkan akan semakin tebal pula hasil pelapisannya. Semakin tebal lapisan yang terbentuk, maka semakin keras pula lapisan tersebut sehingga semakin tinggi pula tingkat kegetasannya, ini mengakibatkan lapisan tersebut mudah pecah/rusak ketika dikenai beban bending, sehingga hasil dari pengujiannya hanya terlindungi bagian yang terkena bending, sedangkan bagian bawah terkelupas karena pecah.

## PENUTUP

### Simpulan

1. Proses pelapisan nikel pada baja ST41 dengan diameter 10mm dan panjang 200mm ; variasi tegangan 3volt, 4volt, dan 5 volt memberikan pengaruh yang signifikan terhadap hasil bending. Hasil pengujian bending pada raw material memberikan hasil rata-rata kekuatan bending maksimum sebesar 3976,56 N , sedangkan pada baja ST41 setelah dilakukan proses pelapisan nikel dengan variasi tegangan dan waktu mengalami peningkatan setelah dilakukan pengujian bending. Hal tersebut membuktikan bahwa proses pelapisan nikel berpengaruh terhadap kekuatan bending maksimum material tersebut. Pernyataan tersebut didukung dengan hasil analisis data dengan melakukan pengujian anova (*univariate two way anova*) yang menunjukkan adanya pengaruh variasi tegangan pada proses pelapisan nikel terhadap kekuatan bending yang dihasilkan dengan besarnya pengaruh sebesar 10,9%.
2. Hasil pengujian bending pada spesimen-spesimen yang dilapisi nikel dengan tegangan 4volt dan lama waktu proses pencelupan 10 menit menghasilkan rata-rata kekuatan bending maksimum (4338,54 N) dan hasil pelapisannya tidak rusak / pecah setelah dilakukan pengujian bending.

### Saran

1. Dalam proses pengerjaan pelapisan nikel, hendaknya memperhatikan penggunaan tegangan dan lama waktu proses pelapisan, karena semakin besar tegangan dan lama waktu proses pelapisan belum menjamin hasil pelapisan dapat menempel dengan baik dan merata.
2. Pada proses pembersihan material sebelum dilakukan proses pelapisan disarankan hingga material benar-benar bersih dan tidak ada kotoran yang masih menempel pada permukaan material agar hasil pelapisan dapat menempel dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- \_\_\_\_\_. 2008. *Standart Specification for Electroplated Engineering Nickel Coatings*. West Conshohocken : American Society for Testing and Materials.
- \_\_\_\_\_. 2013. *Standart Practice for Bend Test for Ductility of Electrodeposited and Autocatalytically Deposited Metal Coating on Metal*. West Conshohocken : American Society for Testing and Materials.
- \_\_\_\_\_. 2014. *Nickel Plating Handbook*. Brussels : Nickel Institute.
- \_\_\_\_\_. 2014. *Standart Practice for Preparation of Low-Carbon Steel for Electroplating*. West Conshohocken : American Society for Testing and Materials.
- Admin. 2014. *Carbon Steel ST 41 / SS400 / AISI 1018* , (Online), (<http://175.103.60.140/globalindo/carbon-steel-st41ss400aisi-1018/> , diakses 15 September 2016).
- Admin. 2015. *Nickel – Uses, Pictures, Characteristics, Properties*, (Online), (<http://www.lookchem.com/Periodic-Table/Nickel/> , diakses 25 November 2016).
- Amanto, Hari & Daryanto. 1999. *Ilmu bahan Cetakan Kedua*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Davis, Joseph R. 1998. *Metal Handbook desk edition ASM*.
- Deviana, Ratih. 2004. *Pengaruh Waktu Pencelupan dan Temperatur Proses Elektroplating Terhadap Ketebalan dan Kekerasan Permukaan Baja ST 42*. Surabaya : Universitas Negeri Surabaya.
- Dwi, Irsyad, 2016. *Pengaruh Variasi Waktu Celup dan Tegangan Terhadap Ketebalan Permukaan dan Kekuatan Tarik Baja ST41 pada Proses Pelapisan Nikel*. Surabaya : Universitas Negeri Surabaya.
- Hartono, J.Anton & Kaneko, T. 1992. *Mengenal Pelapisan Logam (Elektroplating)*. Yogyakarta : Andi Offset.
- Putri, Andrisel. 2015. *Karakterisasi Sifat Mekanik Hasil Elektroplating Nikel Karbonat pada Tembaga*. Padang : Universitas Andalas Padang.
- Raharjo, Samsudi. 2010. *Pengaruh Variasi Tegangan Listrik dan Waktu Proses Elektroplating Terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro Baja Karbon Rendah dengan Krom..* Semarang : Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Rasyad, Abdul. 2011. *Pengaruh Parameter Proses Pelapisan Nikel Krom Terhadap Morfologi Lapisan Kekuatan Tarik Kekuatan Tekuk dan Kekerasan pada Baja Karbon Rendah*. Tangerang : Universitas Indonesia.

Saleh, A.A. 2014. *Teknik Pelapisan Logam dengan Cara Listrik*. Bandung : Yrama Widya.

Sugiyono. 2014. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Alfabeta : Bandung.

UNESA. 2000. *Pedoman Penulisan Artikel Jurnal*, Surabaya: Lembaga Penelitian Universitas Negeri Surabaya.



**UNESA**

**Universitas Negeri Surabaya**