



A397

DP/ BPPI/ BISB/ 234/ 95

NO: 256 / 8 / BALAI RISET
DAN STANDARISASI INDUSTRI

PENGEMBANGAN TEHNOLOGI PROSES
PELAPISAN SECARA LAPIS LISTRIK
PADA INDUSTRI KECIL
PENGECORAN KUNINGAN (LANJUTAN)

DISPERPUSIP JATIM

BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI
BALAI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI SURABAYA
JL. JAGIR WONOKROMO 360 TELP. 816612 SURABAYA

KATA PENGANTAR

Dalam rangka usaha menunjang pengembangan industri kecil di Jawa Timur, khususnya perajin pengecoran kuningan.

Dalam mengatasi masalah yang dihadapi oleh sebagian besar perajin kuningan, khususnya untuk kepentingan dekoratif, maka Balai Industri Surabaya melakukan penelitian pelapisan dengan logam paduan (kuningan) dengan komposisi paduan tertentu untuk memperoleh warna permukaan yang seragam.

Penelitian ini menggunakan biaya APBN tahun anggaran 1994 / 1995 melalui Proyek Pengembangan dan Pelayanan Teknologi Industri Jawa Timur Surabaya.

Dengan adanya bantuan dan penunjang yang berupa : literatur, diktat, data, saran dan petunjuk dari berbagai pihak, maka tersusunlah laporan penelitian ini.

Akhirnya penyusun sampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya atas bantuan yang telah diberikan dan semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca. Amin.

Surabaya, 1995

Penyusun,

Ir. R. Satrijo Bawono T.J.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	iii
DAFTAR TABEL	iv
RINGKASAN	v
Bab. I. PENDAHULUAN	1
Bab. II. TINJAUAN PUSTAKA	2
Bab. III. PERCOBAAN	6
Bab. IV. HASIL PEMBAHASAN	11
Bab. V. KESIMPULAN DAN SARAN	18
DAFTAR PUSTAKA	19
LAMPIRAN	20

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Bak Proses Lapis Listrik	3
Gambar 2. Susunan Peralatan Proses	10
Gambar 3. Grafik Tebal Lapisan	23

DISPERPUSIP JATIM

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Pengujian komposisi benda kerja	12
Tabel 2. Tabel Kode Benda Kerja	13
Tabel 3. Tabel Hasil Pengujian benda kerja ...	14
Tabel 4. Tabel tebal lapisan teoritis	14
Tabel 5. Tabel hasil pengujian tebal lapisan .	15
Tabel 6. Hasil pengujian daya lekat	15

DISPERPUSIP JATIM

RINGKASAN

Pelapisan logam paduan (kuningan) dengan kadar logam Cu = 70 % dan Zn = 30 % pada hasil kerajinan pengecoran kuningan ini adalah untuk memperoleh warna permukaan yang seragam.

Pelapisan ini dilakukan secara lapis listrik dengan kondisi operasi proses sebagai berikut :

1. Proses DEGREAZING.

- * Komposisi larutan : UP-142 = 100 gram/liter.
- * Suhu proses : 70° C.
- * Waktu proses : 5 - 10 menit.

2. Proses PICKLING.

- * Komposisi larutan : HCL 10 %.
- * Suhu proses : 30° C (suhu kamar).
- * Waktu proses : 5 - 10 menit.

3. Proses AKTIFASI.

- * Komposisi larutan : UV-345 = 100 gram/liter.
- * Suhu proses : 30° C (suhu kamar).
- * Waktu proses : 1 - 2 menit.

4. Proses PELAPISAN.

- * Komposisi larutan : - Brass Salt : 120 gram/liter.
- NH₄OH : 1 cc/liter.
- * pH proses : 10,8
- * suhu proses : 25 - 30°C (suhu kamar).
- * Tegangan listrik : 3 - 4 Volt.
- * Waktu proses : 5 - 10 menit.
- * Pengadukan : Udara (kontinyu).

Bab. I.

PENDAHULUAN

Industri kecil / perajin cor kuningan di Jawa Timur terdapat sekitar 125 perajin dengan kapasitas produksi lebih kurang 400 ton/tahun, yang tersebar di beberapa daerah antara lain : Bondowoso, Trowulan, Mojoagung dan lain-lainnya.

Produk-produk yang dihasilkan berupa barang-barang seni (dekoratif) seperti : bokor, tempat lampu, tempat lilin, patung, vas bunga dan lain sebagainya.

Karena bahan bakunya terdiri dari barang bekas dan komposisinya tidak seragam yang menyebabkan warna permukaan produk yang dihasilkan tidak seragam pula. Hal ini mengakibatkan kurang lakunya produk tersebut dipasaran.

Untuk mengantisipasi permasalahan diatas, yaitu untuk memperoleh warna permukaan yang baik dan seragam diperlukan pelapisan logam paduan yang dikehendaki dengan komposisi paduan 70 % Cu dan 30 % Zn secara lapis listrik (Brass Plating).

Dengan demikian akan diperoleh warna permukaan yang baik dan seragam, walaupun bahan bakunya terdiri dari barang bekas serta dari berbagai macam komposisi.

Demikian juga diharapkan akan memberikan nilai tambah bagi produk cor kuningan yang sekaligus meningkatkan perajin, karena pemasaran produk menjadi lebih banyak dan luas.

Bab. II.

TINJAUAN PUSTAKA

II.1. TINJAUAN UMUM

Kuningan (Brass) adalah paduan logam tembaga (Cu) dengan seng (Zn). Paduan tersebut berwarna kuning keemasan, bersifat "malleable" yaitu kemampuan logam untuk ditempa (hammered), dilengkungkan (bend), atau dirol tanpa patah (fracture) dan "ductile" yaitu kemampuan ditarik dalam bentuk kawat TANPA PATAH.

Logam paduan kuningan (Brass) ini lebih kuat dan lebih keras dari tembaga atau seng murni.

Untuk memperoleh sifat kuningan (brass), maka kuningan dapat dilapiskan pada logam lain secara lapis listrik (brass plating).

Seperti halnya pada proses lapis listrik yang lain, maka brass-plating juga memerlukan beberapa persyaratan pokok antara lain :

- Ada aliran listrik DC.
- Ada kutub anoda (logam pelapis).
- Ada kutub katoda (benda kerja yang dilapis).
- Ada larutan penghantar listrik (elektrolit).
- Ada bak proses.

Serta beberapa persyaratan khusus (kondisi operasi) antara lain :

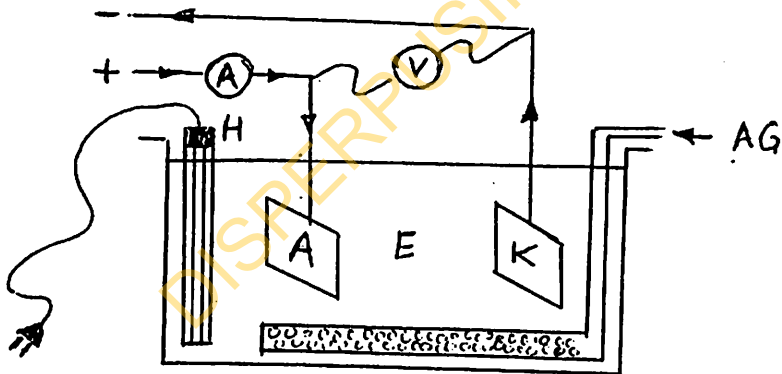
- Komposisi larutan elektrolit.
- pH larutan elektrolit.

- Suhu proses.
- Rapat arus.
- Tegangan listrik / rapat arus.
- Perbandingan anoda dan katoda.
- Jarak antara anoda dan katoda.
- Pengadukan.
- Waktu proses.

Kondisi operasi proses tersebut berbeda-beda pada setiap macam pelapisan.

Bak proses adalah reaktornya proses lapis listrik.

Bak proses dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 1. Bak proses lapis listrik.

Keterangan gambar :

- A : Anoda (logam pelapis)
- B : Katoda (benda kerja yang dilapis).
- E : Larutan Elektrolit.
- AG : Pengaduk Udara (Agitator).
- (A) : Ampermeter.
- (V) : Voltmeter.

Proses lapis listrik dibagi dalam 3 tahap :

1. Tahap awal.

Tahap ini adalah tahap persiapan / pembersihan benda kerja.

Tahap ini terdiri dari :

- Pembersihan secara mekanis.

Yaitu membersihkan benda kerja dari karat, bekas pemotongan, bekas pencetakan dan sebagainya dengan menggunakan alat-alat mekanis seperti : kikir, gerinda, kertas gosok, mesin poles dan sebagainya.

- Pembersihan secara kimia.

a. Degreazing, yaitu menggunakan basa untuk menghilangkan lemak, minyak dan bahan organik yang lain yang melekat pada permukaan benda kerja.

b. Pickling, yaitu menggunakan asam untuk menghilangkan sisa-sisa karat yang masih melekat pada benda kerja.

Tahap awal ini sangat menentukan hasil / mutu produk.

2. Tahap pelapisan.

Tahap ini adalah proses pelapisan secara lapis listrik.

3. Tahap akhir.

Tahap ini adalah pencucian dan pengeringan produk.

Tahap ini adalah berfungsi juga sebagai kontrol mutu produk secara visual.

II.2. TEORI LAPIS LISTRIK.

a. Hukum Faraday.

Proses pelapisan secara lapis listrik dengan proses elektrolisa ini mengikuti hukum Faraday dengan rumus sebagai berikut :

$$W = \frac{I \cdot t \cdot A}{Z \cdot F} \dots\dots\dots (1)$$

dimana :

- W = berat logam yang diendapkan (gram)
- I = arus listrik yang digunakan (amper).
- t = waktu (detik).
- A = berat atom logam pelapis.
- F = bilangan Faraday = 96.500 Coulomb.
- Z = valensi logam pelapis.

b. Tebal lapisan.

Selain dengan pengukuran, maka tebal lapisan dapat dihitung dari rumus Faraday sebagai berikut :

$$\text{- Density} = \frac{\text{berat (gram)}}{\text{volume (cm}^3 \text{)}}$$

$$\text{- Volume} = \frac{\text{berat}}{\text{density}}$$

$$\text{- Tebal lapisan (cm)} = \frac{\text{Volume (cm}^3\text{)}}{\text{luas permukaan (cm}^2\text{)}} \dots(2)$$

Bab III

PERCOBAAN

III.1. METODA PERCOBAAN

a . Percobaan pada skala " HULL CELL " .

Percobaan ini dilakukan untuk mencari pendekatan kondisi operasi proses yang optimum, juga berhubungan erat dengan efisiensi alat-alat yang digunakan. Kondisi operasi proses tersebut antara lain :

- Konsentrasi larutan elektrolit.
- pH larutan elektrolit.
- Tegangan Rapat arus.
- Waktu proses.

b. Percobaan pada skala " Laboratorium " .

Setelah diketemukan pendekatan kondisi operasi proses yang optimum (dari skala Hull cell), maka dilanjutkan dengan percobaan pada skala labotarium dengan kondisi operasi proses yang lebih detil sehingga diperoleh produk dengan mutu yang optimum. Kondisi operasi proses pada skala ini adalah :

- Konsentrasi larutan elektrolit.
- pH larutan elektrolit.
- Rapat arus.
- Tegangan listrik.
- Suhu proses.
- Perbandingan anoda dan katoda.
- Jarak anoda dan katoda.

- Pengadukan dan waktu proses.

Pada percobaan skala laboratorium ini ditentukan variabel berubah sebagai berikut :

1. Tegangan listrik / rapat arus .
2. Waktu proses .

c. Pengujian produk

Pengujian produk ini ada beberapa macam antara lain :

1. Pengujian secara visual
Yaitu rata lapisan.
2. Pengujian tebal lapisan.
3. Pengujian daya lekat.

III.2. BAHAN DAN ALAT

a. Bahan - bahan yang diperlukan untuk proses pelapisan ini antara lain :

1. Benda kerja :
 - Plat dan benda kuningan .
2. Bahan proses :
 - Brass Anode.
 - Brass Salt.
3. Bahan pembantu :
 - NH_4OH
 - HCl
 - H_2SO_4

- UP - 142
- UV - 345
- Kertas gosok .

b. Alat - alat :

- Rectifier.
- Pemanas.
- pH meter .
- Beaker glass 5 liter.
- Pengaduk udara.
- Thermometer.
- Penjepit.
- Alat-alat listrik dll.

III.3. CARA KERJA.

a. Percobaan pada skala "Hull Cell"

- Disiapkan Hull Cell dengan perlengkapannya.
- Dibuat larutan elektrolit dengan berbagai konsentrasi.
- Plat uji coba yang telah dibersihkan , dicoba dalam Hull Cell .
- Dicoba dengan berbagai macam tegangan listrik /rapat arus dan waktu proses sehingga diperoleh hasil pelapisan yang baik .

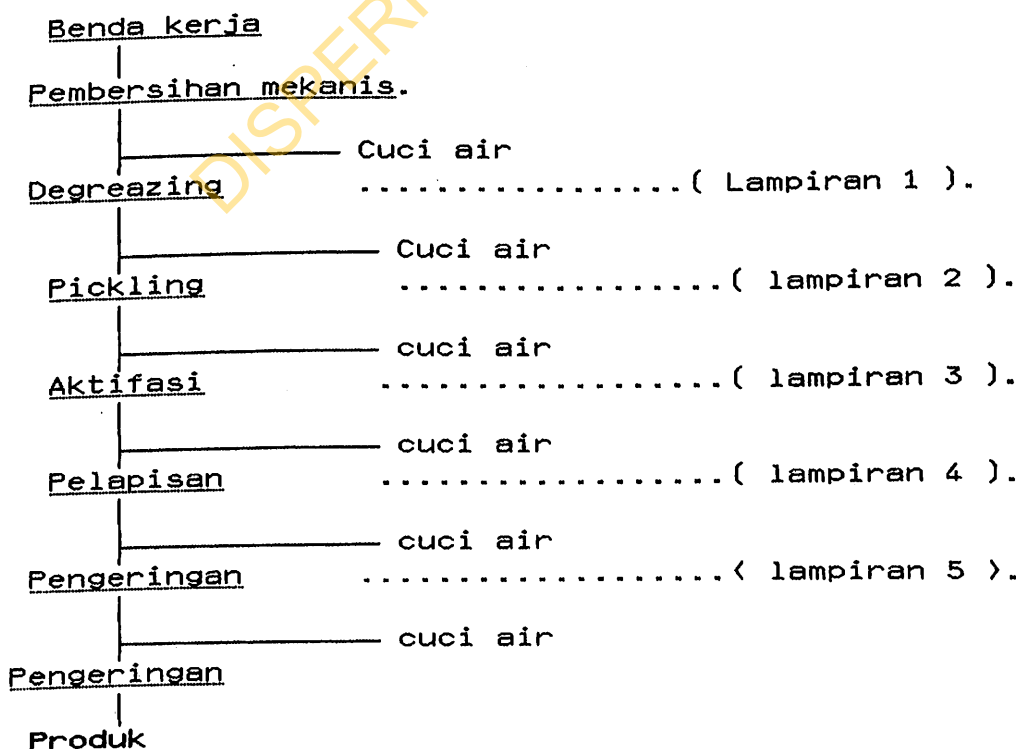
b. Percobaan pada skala laboratorium.

Setelah diperoleh pendekatan kondisi operasi yang optimum dari skala Hull Cell, maka dilanjutkan percobaan pada skala laboratorium dengan kondisi

operasi proses yang lebih lengkap , sehingga diperoleh hasil produk yang lebih baik . Langkah-langkah percobaan pada skala laboratorium ini adalah sebagai berikut :

- Disiapkan benda kerja, bahan proses dan bahan pembantu.
- Disiapkan alat-alat yang diperlukan , antara lain : bak proses, bak pencuci , pemanas, pengaduk , rectifier , termometer , pH meter , penjepit dan lain-lain .
- Kemudian proses pelapisan dilakukan sesuai dengan bagan alir proses dengan variabel sesuai dengan metode percobaan.

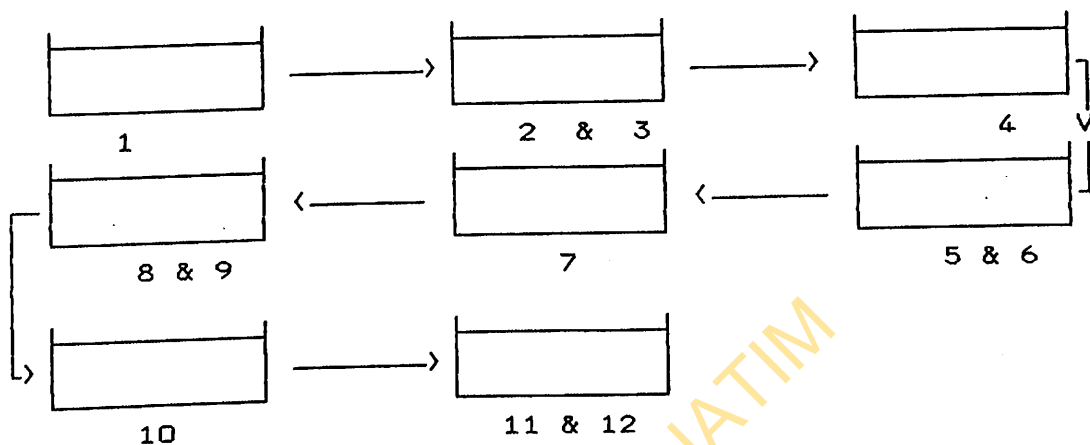
c. Bagan alir proses percobaan pada skala Laboratorium.



d. Susunan peralatan proses.

Penyusunan peralatan proses ini disesuaikan dengan bagan alir proses dapat digambarkan sebagai berikut ini

:



Gambar 2 : Susunan peralatan proses.

Keterangan gambar :

- | | | | |
|-------|---------------|---------|---------------|
| 1. | Bak Dgreazing | 7. | Bak Aktifasi |
| 2 & 3 | Bak cuci air | 8 & 9 | Bak cuci air |
| 4. | Bak Pickling | 10. | Bak Pelapisan |
| 5 & 6 | Bak cuci air | 11 & 12 | Bak cuci air |

e. Pengujian Produk.

1. Pengujian secara visual(Lampiran 5).
2. Pengujian Tebal Lapisan(Lampiran 6).
3. Pengujian Daya Lekat Lapisan.....(Lampiran 7).

Bab. IV.

HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1. HASIL PERCOBAAN.

A. Percobaan pada skala Hull Cell.

Diperoleh pendekatan kondisi operasi proses optimum sebagai berikut :

1. Konsentrasi Elektrolit :
 - Brass Salt : 120 gram/liter.
 - NH_4OH : 1 cc/liter.
2. Tegangan listrik : 2 - 5 Volt
3. pH elektrolit : 10,8
4. Waktu proses : 5 - 10 menit.

B. Percobaan pada skala laboratorium .

Dengan variabel sebagai berikut :

1. Konsentrasi Elektrolit :
 - Brass Salt : 120 gram/liter.
 - NH_4OH : 1 cc/liter.
2. pH elektrolit : 10,8
3. Perbandingan anoda dengan katoda = 2 : 1
4. Jarak anoda dengan katoda = 8 cm
5. Suhu proses : 25 - 30 ° C (suhu kamar).
6. Pengadukan : pengaduk udara (kontinyu)

Variabel berubah yang digunakan adalah :

1. tegangan listrik : 1 - 5 Volt.
2. Waktu proses : 1 - 15 menit.

IV.2. HASIL PENGUJIAN.

a. Pengujian komposisi contoh benda kerja.

Kode Contoh	Kandungan Cu (%)	Kandungan Zn (%)	Kotoran (%)
1	2	3	4
A1	71,05	28,20	0,75
A2	69,35	29,67	0,99
A3	70,16	29,03	0,81
A4	68,84	30,11	1,31
A5	70,12	28,86	1,02
B1	71,25	28,01	0,74
B2	71,02	28,62	0,36
B3	70,75	28,01	1,24
B4	69,92	29,21	0,87
B5	69,58	29,81	0,61
C1	68,35	30,16	1,49
C2	67,81	30,64	0,55
C3	69,12	30,06	0,82
C4	68,45	30,81	0,74
C5	69,01	30,27	0,72
D1	65,18	33,66	1,16
D2	66,25	32,90	0,85
D3	67,11	32,34	0,55
D4	65,81	33,11	1,08
D5	66,61	32,54	0,85
E1	70,75	28,50	0,75
E2	69,91	28,62	1,47

1	2	3	4
E ₃	70,01	29,74	0,25
E ₄	69,55	29,32	1,13
E ₅	69,86	29,27	0,87
Rata-rata	69,03	30,10	0,87

Tabel 1 : Pengujian komposisi benda kerja.

b. Kode benda kerja dengan variabel perlakuan sebagai berikut :

RAPAT ARUS WAKTU (volt)	1	2	3	4	5
1 Menit	A ₁	B ₁	C ₁	D ₁	E ₁
3 Menit	A ₂	B ₂	C ₂	D ₂	E ₂
5 Menit	A ₃	B ₃	C ₃	D ₃	E ₃
10 Menit	A ₄	B ₄	C ₄	D ₄	E ₄
15 Menit	A ₅	B ₅	C ₅	D ₅	E ₅

Tabel 2 : Tabel kode pada benda kerja.

c. Pengujian secara visual (rata lapisan). (%).

Kode Hasil	Kode Hasil	Kode Hasil	Kode Hasil	Kode Hasil
A ₁ : 70	B ₁ : 90	C ₁ : 90	D ₁ : 90	E ₁ : 90
A ₂ : 70	B ₂ : 90	C ₂ : 100	D ₂ : 90	E ₂ : 90
A ₃ : 70	B ₃ : 90	C ₃ : 100	D ₃ : 90	E ₃ : 90
A ₄ : 70	B ₄ : 90	C ₄ : 100	D ₄ : 90	E ₄ : 90
A ₅ : 70	B ₅ : 90	C ₅ : 100	D ₅ : 90	E ₅ : 90

Tabel 3 : Tabel hasil pengujian rata lapisan.

d. Tebal Lapisan.

1. Tebal Lapisan Teoritis (mikrometer).

Kode Hasil	Kode Hasil	Kode Hasil	Kode Hasil	Kode Hasil
A ₁ : 2,1260	B ₁ : 4,2520	C ₁ : 6,3779	D ₁ : 8,5039	E ₁ : 10,6229
A ₂ : 6,3779	B ₂ : 12,7560	C ₂ : 19,1338	D ₂ : 25,5118	E ₂ : 31,8897
A ₃ : 10,6299	B ₃ : 21,2598	C ₃ : 31,8897	D ₃ : 42,5197	E ₃ : 53,1496
A ₄ : 21,2598	B ₄ : 42,5197	C ₄ : 63,7795	D ₄ : 85,0393	E ₄ : 106,299
A ₅ : 31,8897	B ₅ : 63,7795	C ₅ : 95,6692	D ₅ : 127,559	E ₅ : 159,449

Tabel 4 : Tabel tebal lapisan teoritis.

2. Hasil pengujian tebal lapisan (mikrometer).

Kode Hasil	Kode Hasil	Kode Hasil	Kode Hasil	Kode Hasil
A ₁ :1,6984	B ₁ :3,8244	C ₁ :6,3780	D ₁ :7,6488	E ₁ : 8,5039
A ₂ :5,1071	B ₂ :11,4851	C ₂ :19,1457	D ₂ :22,9582	E ₂ :25,5118
A ₃ : 8,5039	B ₃ :19,1338	C ₃ :31,8897	D ₃ :38,2677	E ₃ :42,5197
A ₄ :17,0079	B ₄ :38,2677	C ₄ :63,7795	D ₄ :76,5354	E ₄ :85,0393
A ₅ :25,5118	B ₅ :57,4015	C ₅ :95,6692	D ₅ :114,803	E ₅ :127,559

Tabel 5 : Tabel hasil pengujian tebal lapisan.

c. Pengujian Daya Lekat.

Kode Hasil	Kode Hasil	Kode Hasil	Kode Hasil	Kode Hasil
A ₁ : xx	B ₁ : x	C ₁ : 0	D ₁ : x	E ₁ : xx
A ₂ : x	B ₂ : 0	C ₂ : 0	D ₂ : x	E ₂ : xx
A ₃ : 0	B ₃ : 0	C ₃ : 0	D ₃ : x	E ₃ : xx
A ₄ : 0	B ₄ : 0	C ₄ : 0	D ₄ : x	E ₄ : xx
A ₅ : 0	B ₅ : 0	C ₅ : 0	D ₅ : x	E ₅ : xx

Tabel 6 : Hasil pengujian daya lekat.

3. PEMBAHASAN HASIL PERCOBAAN DAN PENGUJIAN

a. Pada hasil pengujian tebal lapisan.

* Pada proses pelapisan dengan waktu 1 menit dengan

tegangan listrik 1; 2; 3; 4; dan 5 volt, terjadi kenaikan tebal lapisan yang sedikit.

Hal ini disebabkan oleh kurangnya waktu pelapisan.

* Pada proses pelapisan dengan waktu 2 dan 3 menit terjadi kenaikan tebal lapisan yang sedikit lebih tinggi dengan grafik kenaikan mendekati garis mendatar.

* Pada proses pelapisan dengan waktu 4 menit, terjadi kenaikan tebal lapisan yang cukup tajam, terutama pada tegangan antara 2 dan 3 volt yaitu sebesar 25,51 mikron, sedangkan pada tegangan 4-5 Volt hanya terjadi kenaikan tebal lapisan sebesar 9-13 mikron.

Hal ini disebabkan karena pada tegangan listrik yang tinggi, terjadi pelepasan ion yang sangat cepat sehingga banyak ion yang tidak sempat menempel pada benda kerja (rontok).

* Pada proses pelapisan dengan waktu 5 menit, terjadi kenaikan tebal lapisan yang tajam, hal ini wajar karena waktu proses dan tegangan listrik yang optimal.

Demikian juga karena pada waktu proses, tebal lapisan berbanding lurus dengan waktu proses dan tegangan listrik yang digunakan.

b. Pada Pengujian Daya Lekat.

* Pada benda kerja dengan kode A1 terjadi kerusakan berat (mengelupas). Hal ini disebabkan karena waktu dan tegangan listrik pada saat proses yang sangat kurang, sehingga lapisan yang terbentuk sangat tipis dan belum kuat.

tegangan listrik yang lebih tinggi (kode benda kerja E₁ s/d E₅) pada pengujian ini mengalami kerusakan yang berat.

Hal ini disebabkan karena pada tegangan listrik yang tinggi, pengendapan ion terjadi sangat cepat sehingga banyak gas yang terperangkap diantara ion-ion yang mengendap pada benda kerja. Ini mengakibatkan terjadinya rongga pada endapan lapisan dan akan mengurangi kekuatan daya lekat.

c. Pada Pengujian Rata Lapisan.

Hanya pada awal proses (waktu dan tegangan listrik yang rendah) terjadi endapan lapisan yang sangat tipis dan tidak merata.

Sedangkan pada proses dengan waktu dan tegangan listrik yang cukup, diperoleh lapisan yang cukup tebal dan rata.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Hasil Pelapisan terbaik (optimum) diperoleh pada kondisi operasi proses :
 - Tegangan Listrik antara 2 - 3 Volt.
 - Waktu Proses : 4 - 5 menit.
2. Pada kondisi operasi proses pelapisan dengan tegangan listrik dan waktu yang rendah terjadi lapisan yang tipis tidak merata dan mudah mengelupas.
3. Pada kondisi operasi proses pelapisan dengan tegangan listrik yang tinggi, pada pengujian daya lekat terjadi kerusakan. Hal ini karena adanya gas yang terperangkap diantara ion-ion logam kuningan yang mengendap pada benda kerja.
4. Akan diperoleh hasil pelapisan yang baik apabila didahului dengan pelapisan logam Nikel.
Tetapi hal ini akan menambah biaya proses.

DAFTAR PUSTAKA.

1. A. KENNETH GRAHAM.
" Electroplating Engineering Handbook".
Van Nostrans Reinhold Company.
2. DIKTAT.
" Diklat Teknisi Lapis Listrik"
Lembaga Metallurgi Nasional - LIPI.
3. MOTOO KAWASAKI, Prof. D. Eng.
" Practical Electroplating"
Japan Internasional Cooperation Agency.
4. TAKEO OKI, Prof. D. Eng.
" Microphotograph of Plating Defects ".
Japan Internasional Cooperation Agency.

LAMPIRAN

1. DEGREAZING.

- * Komposisi larutan : UP - 142 = 100 gram/liter
- * Suhu proses : 70°
- * Waktu proses : 5 - 10 menit.

2. PICKLING.

- * Komposisi larutan : HCl 10%
- * Suhu proses : 30°C (Suhu kamar).
- * Waktu proses : 5 - 10 menit.

3. AKTIFASI.

- * Komposisi larutan : UV-345 = 100 gram/liter.
- * Suhu proses : 30°C (suhu kamar).
- * Waktu proses : 1 - 2 menit.

4. PELAPISAN (Brassplating).

- * Komposisi larutan : - Brass salt = 120 gram/liter.
- Ammonia = 1 cc/liter.

* Kondisi operasi proses :

- pH proses : 10,8
- Tegangan listrik : 2 - 5 volt.
- Suhu proses : 25 - 30°C (suhu kamar).
- Waktu proses : 1 -15 menit.

5. Pengujian secara VISUAL.

Pengujian ini adalah mengukur rata lapisan pada benda kerja dengan satuan % .

6. Pegujian Tebal Lapisan.

Pengujian ini adalah dengan mengkonversikan berat lapisan menjadi tebal lapisan dengan rumus Faraday (2).

Rumus tersebut adalah sebagai berikut :

$$\text{- Density} = \frac{\text{Berat (gram)}}{\text{Volume (cm}^3 \text{)}}$$

$$\text{- Volume} = \frac{\text{Berat}}{\text{Density}} \text{ (cm}^3 \text{)}$$

$$\text{- Tebal (cm)} = \frac{\text{Volume (cm}^3 \text{)}}{\text{Luas permukaan (cm}^2 \text{)}}$$

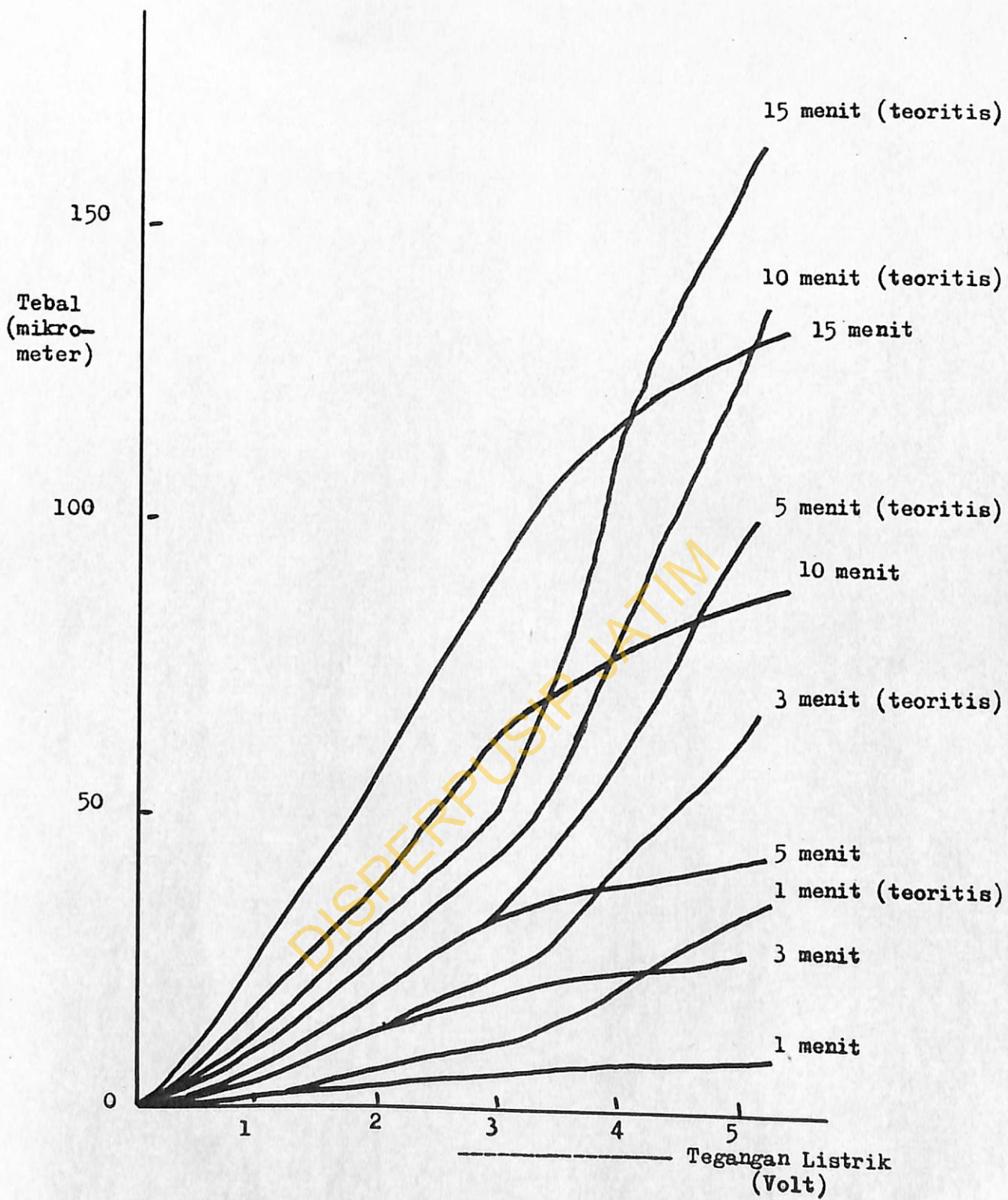
7. Pengujian DAYA LEKAT LAPISAN.

Pengujian ini disebut juga BENDING TEST, yaitu melipat benda kerja sampai kedua ujungnya bertemu. Kerusakan yang terjadi dinilai.

XX = Rusak berat.

X = Rusak ringan.

0 = Tidak rusak.



Gambar 3 : Grafik Tebal Lapisan