

A.286

DP/BPPI/BISB/141/88

NO: 173 / 5 / BALAI RISET  
DAN STANDARISASI INDUSTRI

PERBAIKAN PROSES PELAPISAN NIKEL KHROM  
SECARA LAPIS LISTRIK PADA INDUSTRI KECIL  
DI JAWA TIMUR

DISPERPUSIP JATIM

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



DEPARTEMEN PERINDUSTRIAN  
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI

PERBAIKAN PROSES LAPIS LISTRIK NIKEL - KHROM PADA  
INDUSTRI KECIL DI JAWA-TIMUR

BALAI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI  
Jl. Jagir Wonokromp 360  
S U R A B A Y A.

1 9 8 7 / 1 9 8 8

DAFTAR TABEL

- I. Pelapisan Cu - Ni - Cr
- II. Pelapisan Double Ni - Cr
- III. Pelapisan Triple Ni - Cr
- IV. Perbandingan tebal lapisan dan hasil uji Kekerasan
- V. Kekerasan dari beberapa lapisan logam
- VI. Perbandingan tebal lapisan dengan daya lekat
- VII. Keuletan macam-macam logam lapis

DISPERPUSIP JATIM

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1 PRINSIP DASAR LAPIS LISTRIK
- Gambar 2 SKEMA PROSES LAPIS LISTRIK
- Gambar 3 HUBUNGAN TEBAL LAPISAN DENGAN WAKTU PELAPISAN, UNTUK LOGAM Cu
- Gambar 4 HUBUNGAN TEBAL LAPISAN DENGAN WAKTU PELAPISAN, UNTUK LOGAM Ni
- Gambar 5 HUBUNGAN KEKERASAN DENGAN TEBAL LAPISAN PADA PELAPISAN Cu - Ni - Cr
- Gambar 6 HUBUNGAN KEKERASAN DENGAN TEBAL LAPISAN PADA PELAPISAN DOUBLE Ni - Cr
- Gambar 7 HUBUNGAN KEKERASAN DENGAN TEBAL LAPISAN PADA PELAPISAN TRIPLE Ni - Cr
- Gambar 8 HUBUNGAN KETEBALAN DAN KEKERASAN PADA KETIGA MACAM PELAPISAN
- Gambar 9 HUBUNGAN TEBAL PELAPISAN DENGAN DAYA LEKAT PADA KETIGA MACAM PELAPISAN.

A B S T R A K

Dalam penelitian pelapisan besi dengan menggunakan lapisan Nikel - Chrom digunakan 3 metode pelapisan yaitu :

1. Pelapisan Cu - Ni - Cr
2. Pelapisan Double Ni - Cr
3. Pelapisan Triple Ni - Cr

akan diperoleh hasil terbaik pada kondisi dan metode sebagai berikut.

Metode pelapisan	Tebal total (Cu)	Tebal total (Ni)	Tebal Cr ( )	Kekerasan ( HB )	Daya lekat	Tahan korosi	Tampak luar
Cu-Ni-Cr	16	16	1	108	4	4	5
Double Ni-Cr	-	32	1	146,7	5	5	5
Triple Ni-Cr	-	32	1	184,7	5	5	5

Dari tabel data tersebut diatas, terlihat bahwa pelapisan Nikel - Khrom tanpa lapisan dasar Cu, menunjukkan hasil yang lebih baik.

BAB I  
P E N D A H U L U A N

Industri lapis logam Nikel Khrom secara lapis listrik di Jawa Timur, khususnya pada industri kecil, yang kebanyakan bergerak dibidang jasa pelapisan, mempunyai produk yang kurang memenuhi syarat mutunya.

Kekurangan tersebut antara lain :

- Lapisan mudah mengelupas
- Mudah timbul karat
- Lapisan sangat tipis
- Warna kurang mengkilap.

Hal ini terjadi karena :

1. Kurang sempurnanya proses
2. Peralatan yang kurang lengkap/kurang memenuhi syarat.
3. Kekurangan kemampuan teknologi yang dimiliki oleh produsen.

ad.1. Kurang sempurnanya proses

Lapis listrik pada umumnya mempunyai/melalui 3 tahapan proses, antara lain :

a. Proses awal

Proses awal ini adalah pembersihan benda kerja dari karat, lemak serta bahan organik lain yang melekat. Proses awal ini sangat menentukan hasil pelapisan disamping proses pelapisannya sendiri.

Proses awal yang kurang sempurna dapat menyebabkan kekurangan-kekurangan pada produk tersebut diatas.

b. Proses pelapisan

Kekurang sempurnaan proses pelapisan ini banyak terletak pada :

- Urutan proses
- Macam/kombinasi pelapisan
- Kondisi operasi proses
- Terjadi pengotoran pada larutan elektrolit.

c. Proses akhir

Proses akhir ini adalah pengeringan yang sekaligus berfungsi sebagai kontrol mutu secara fisual. Sebelum dikeringkan, benda kerja tersebut harus dicuci bersih dari sisa cairan elektrolit yang masih melekat.

### ad.2. Peralatan

Peralatan yang kurang lengkap/kurang memenuhi syarat dapat menyebabkan masalah pada produk. Hal tersebut dapat terjadi antara lain karena :

- Kerja dari alat-alat yang digunakan kurang baik, seperti Rectifier, panas, pengontrol pH dan sebagainya.
- Bak reaksi dan bak pencuci yang digunakan secara bergantian untuk berbagai macam jenis pelapisan, serta kurang bersihnya pencucian bak tersebut.

### ad.3. Teknologi

Kekurang mampuan teknologi yang dimiliki oleh produsen/karyawan adalah juga menyebabkan masalah diatas. Khususnya pada industri kecil, kemampuan yang dimiliki kebanyakan adalah warisan dari pemilik sebelumnya dan sedikit pengetahuan praktis dari penjual bahan kimia lapis listrik. Jika terjadi masalah dalam proses, maka akan mengalami kesulitan untuk memecahkannya.

Maka dengan demikian, perlu diadakan penelitian dengan mengadakan perbaikan proses pelapisan yang dimulai dari proses awal yang terdiri dari pembersihan secara mekanis maupun secara kimia.

Kemudian proses pelapisannya sendiri yang terdiri dari 3 macam gabungan pelapisan Nikel Khrom yaitu :

1. Pelapisan Cu - Ni - Cr
2. Pelapisan Ni<sub>I</sub> - Ni<sub>II</sub> - Cr ( Double Nikel )
3. Pelapisan Ni<sub>I</sub> - Ni<sub>II</sub> - Ni<sub>III</sub> - Cr ( Triple Nikel )

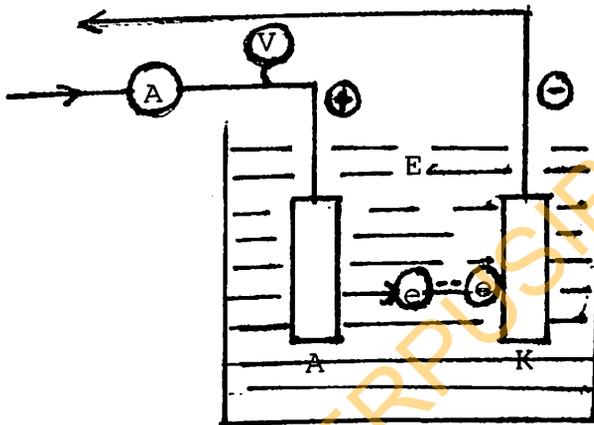
Dalam proses pelapisan ini digunakan alat-alat yang lengkap dan memenuhi syarat (dalam skala laboratorium) yang disertai kondisi operasi proses yang baik. Untuk meningkatkan kemampuan teknologi produsen serta karyawannya, maka diperlukan penataran/penyuluhan.

BAB II  
PRINSIP DASAR LAPIS LISTRIK

Pada umumnya, pelapisan logam secara lapis listrik harus dipenuhi persyaratannya :

- Ada aliran listrik ( DC : 6 - 12 Volt )
- Ada kutub anoda ( logam pelapis )
- Ada kutub Katoda ( logam yang akandilapisi )
- Ada elektrolit ( cairan penghantar listrik ).

Adapun proses pelapisan tersebut seperti terlihat pada gambar I dibawah ini :



Gambar I. Prinsip dasar lapis listrik.

- A : Anoda ( logam pelapis )  
 K : Katoda ( benda kerja yang dilapis )  
 E : Larutan Elektrolit  
 A : Amper meter  
 V : Volt meter.

Pelapisan logam secara lapis listrik bertujuan melindungi logam yang dilapisi dari korosi.

Ada dua jenis pelapisan logam :

1. Sebagai lapisan pelindung.

Jika logam pelapis lebih mulia dari pada logam yang dilapisi (dalam deret Volta), maka disebut sebagai lapisan pelindung.

## 2. Sebagai lapisan korban

Jika logam pelapis kurang mulia dari pada logam yang dilapis (dalam de-  
ret Volta), disebut sebagai lapisan korban, artinya logam pelapis ter-  
sebut akan terkena korosi lebih dahulu sebelum mengenai logam yang di-  
bawahnya.

Pada pelapisan Nikel-Khrom, adalah termasuk lapisan pelindung pada besi -  
( Fe ), karena Ni lebih mulia dari pada Fe.

Untuk menghitung tebal lapisan dapat dihitung dengan Rumus Faraday :

$$W = \frac{I \cdot t \cdot A}{Z \cdot F}$$

W : berat logam yang diendapkan ( gram )

I : arus listrik yang diperlukan ( ampere )

t : waktu ( detik )

A : berat atom logam pelapis

Z : Valensi logam pelapis

F : bilangan Faraday = 96.500 Coulomb.

Dari rumus diatas, tebal lapisan dapat dihitung dari :

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

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

$$\text{Ketebalan (cm)} = \frac{\text{Volume (cm}^3\text{)}}{\text{luas permukaan (cm}^2\text{)}}$$

## II.1. Proses Pelapisan

Proses pelapisan logam secara lapis listrik pada umumnya melalui 3 tahap pengerjaan :

1. Persiapan awal
2. Proses pelapisan
3. Pengerjaan akhir

### I.1.1. Persiapan awal

Persiapan awal ada 2 tahap :

#### a. Pembersihan secara mekanis

- Benda kerja dibersihkan dari karat dengan menggunakan kikir, kertas gosok dan sebagainya.
- Kemudian dipoles hingga halus.

#### b. Pembersihan secara kimia

Setelah pembersihan secara mekanis, maka dilanjutkan dengan membersihkan secara kimia. Pembersihan secara kimia melalui 2 tahap :

##### 1. Pickling (dengan menggunakan asam)

Untuk membersihkan sisa-sisa karat yang masih melekat pada benda kerja.

##### 2. Degreazing (pembersihan dengan menggunakan basa)

Untuk membersihkan dengan benda kerja dari lemak, minyak atau bahan-bahan organik lainnya yang masih melekat.

### I.1.2. Proses pelapisan

Sebelum dilakukan proses pelapisan, benda kerja yang telah bersih direndam dalam larutan aktivator (proses aktivasi) untuk mengaktifkan permukaan benda kerja sehingga mempermudah melekatnya logam yang dilapiskan.

Proses pelapisan dengan Nikel-Krom ada tiga macam :

- a. Dengan lapisan dasar tembaga ( Cu ) yaitu dengan lapisan Cu - Ni - Cr.
- b. Pelapisan Double Nikel yaitu dengan lapisan Ni<sub>I</sub> - Ni<sub>II</sub> - Cr.
- c. Pelapisan Triple Nikel yaitu dengan lapisan Ni<sub>I</sub>-Ni<sub>II</sub>-Ni<sub>III</sub> - Cr.

### I.1.3. Pengerjaan akhir

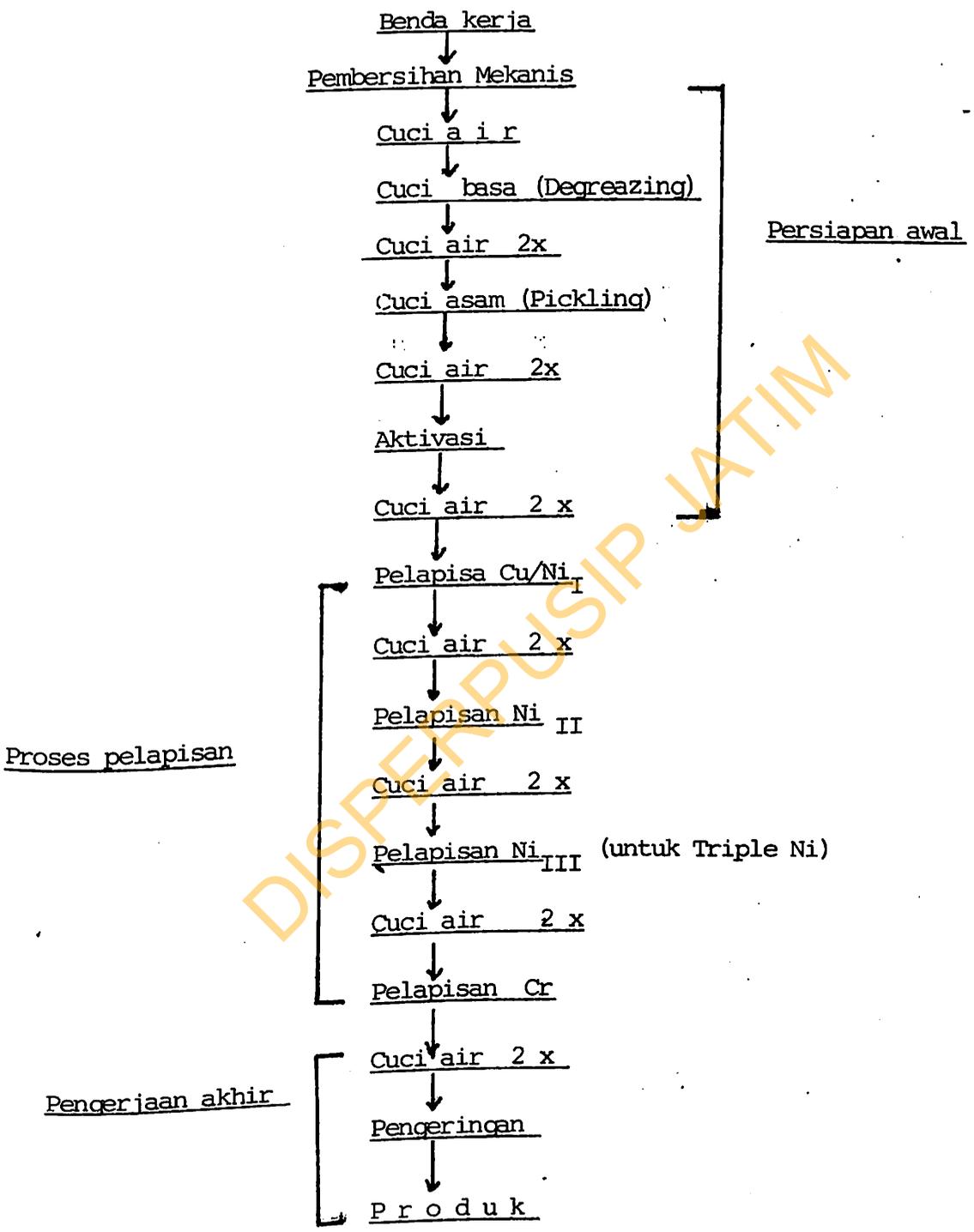
Pengerjaan akhir adalah :

- a. Pembersihan benda kerja dari sisa-sisa larutan elektrolit yang masih melekat.
- b. Pengeringan.

Pengerjaan akhir ini berfungsi juga sebagai kontrol mutu pada produk.

Disini akan terlihat kualitas dari produk tersebut (secara visual).

II.2. Diagram alir proses pelapisan Ni - Cr



## B A B III

PERCOBAAN DAN METODA PENELITIAN1. Alat-alat yang diperlukan :

Satuan unit alat pelapis dalam skala laboratorium yang terdiri atas :

1. Rectifier 0 - 50 Ampere
2. Pemanas dan pengaduk
3. Kompor listrik
4. Beaker glass 5 liter
5. Beaker glass 3 liter
6. Bak pencuci
7. Thermo meter 0 - 100°C

2. Bahan-bahan yang diperlukan :

1. Anoda logam Cu (teknis)
2. Cu SO<sub>4</sub> (teknis)
3. H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> (teknis)
4. Cu # 60 (teknis)
5. Anoda Ni (teknis)
6. Ni SO<sub>4</sub> (teknis)
7. Ni Cl<sub>2</sub> (teknis)
8. H<sub>3</sub> BO<sub>3</sub> (teknis)
9. Brightner (teknis)
10. Anoda Cr (atau Pb-Sn) (teknis)
11. Chromic acid (teknis)
12. Catalis
13. OP - 101 (Degreazing)
14. OV - 345 (aktifasi)
15. Pelat besi 0,4 mm

3. Metoda penelitian

Penelitian lapis listrik ini digunakan benda kerja berupa pelat besi, dengan ukuran :

- Panjang : 10 cm
- Lebar : 5 cm
- Tebal : 0,4 mm

Dengan luas permukaan :  $\pm 1 \text{ dm}^2$

Penelitian ini dilakukan beberapa tahap proses, antara lain :

a. Proses awal

Proses awal ini terdiri dari :

1. Pencucian dengan basa (Degreazing)

Pencucian ini untuk menghilangkan lemak, minyak dan bahan-bahan organik lainnya yang masih melekat pada benda kerja (kondisi operasi pada lampiran no.3). Setelah pencucian dengan basa, benda kerja ini dicuci/dibilas dengan air bersih.

2. Pencucian dengan asam (Pickling)

Pencucian ini untuk menghilangkan sisa-sisa karat yang masih melekat pada benda kerja. (kondisi operasi pada lampiran no.4). Setelah pencucian ini, benda kerja dicuci/dibilas dengan air sampai bersih.

b. Proses pelapisan

Pada penelitian ini dilakukan 3 macam gabungan pelapisan Nikel Khrom, yaitu :

1. Pelapisan Cu - Ni - Cr

Gabungan pelapisan ini dilakukan satu persatu, dimulai dari pelapisan tembaga, kemudian Nikel, dan terakhir pelapisan Chrom sebagai pelindung lapisan.

Komposisi larutan elektrolit dan kondisi operasi dapat dilihat pada lampiran no.6, 8 dan 9.

2. Pelapisan Ni<sub>I</sub> - Ni<sub>II</sub> - Cr (Double Ni)

Gabungan pelapisan ini tidak menggunakan lapisan dasar tembaga, tetapi langsung menggunakan Nikel (Double Ni) yang terdiri dari Ni<sub>I</sub> (Semi bright Nikel) dan Ni<sub>II</sub> (bright Nikel).

Dan kemudian dilapisi Chrom sebagai pelindung. Komposisi larutan elektrolit dan kondisi operasi dapat dilihat pada lampiran no. 7, 8 dan 9.

3. Pelapisan Ni<sub>I</sub> - Ni<sub>II</sub> - Ni<sub>III</sub> - Cr (triple Ni)

Gabungan pelapisan ini menggunakan tiga kali pelapisan Nikel (triple Ni) yang terdiri dari pelapisan semi bright Ni dua kali dan bright Ni sekali dan diakhiri dengan pelapisan Chrom sebagai pelindung (lampiran no.7, 8 dan 9)

c. Proses akhir :

Pada proses akhir ini adalah pencucian benda kerja dari sisa-sisa larutan elektrolit yang masih melekat serta pengeringan (oven).  
Dari hasil proses akhir ini akan diketahui mutu pelapisan secara fisual.

d. Pengujian :

1. Pengujian tebal lapisan

Pengujian tebal lapisan ini dapat menggunakan cara metallografi dan perhitungan. Cara metallografi yaitu dengan menggunakan alat metallografi. Cara perhitungan, yaitu dengan cara menimbang benda kerja sebelum dilapisi dan setelah dilapisi.

Selisih berat tersebut dibagi luas permukaan, akan didapat tebal lapisan.

2. Pengujian daya lekat

Pengujian daya lekat ini bisa menggunakan alat dan tanpa menggunakan alat. Cara yang menggunakan alat yaitu alat " Elcometer ".

Cara yang tanpa menggunakan alat yaitu dengan melipat benda kerja yang telah dilapisi sampai kedua ujungnya bertemu. Maka akan terlihat permukaannya retak/mengelupas atau tidak.

3. Pengujian korosi

Pengujian korosi ada beberapa cara yaitu menggunakan cara "test kabut garam" dan sistim celup pada temperatur ruangan yang disebut " Accelerated test ". Komposisi larutan yang digunakan adalah :

Na Cl	:	25 gr/lt
CH <sub>3</sub> COOH	:	15 gr/lt
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	:	3,3 ml/lt

Pengamatannya dilakukan setiap 24 jam dan kelipatannya.

4. Pengujian kekerasan

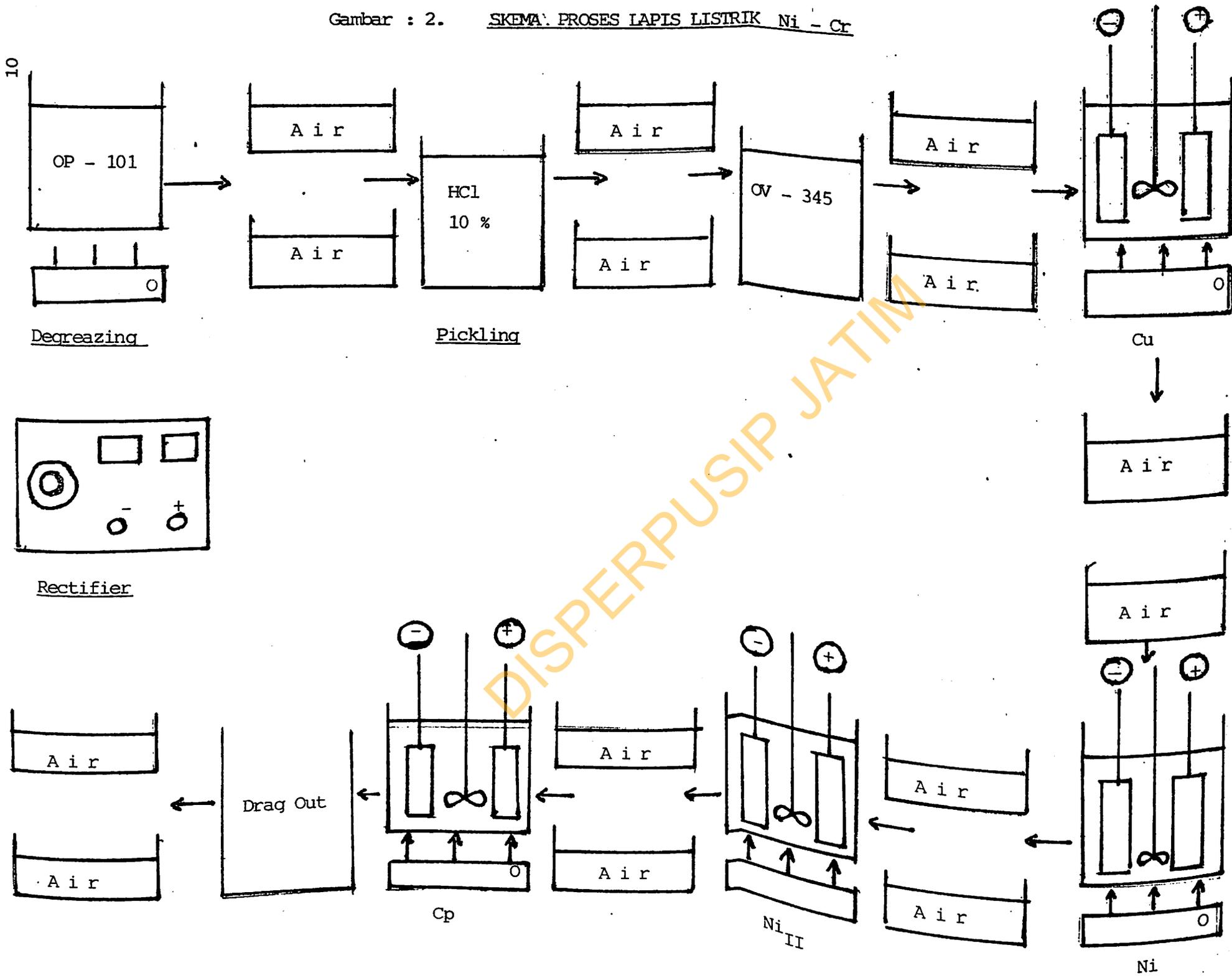
Pengujian kekerasan ini dengan menggunakan alat " Micro Hardness Vickers test " dan " Brinnel test ".

5. Pengujian secara fisual (tampak rupa)

Pengujian ini perlu dilakukan untuk menentukan mutu produk secara fisual. Pengamatan antara :

- Kilap
- Rata pelapisan
- Cacat pelapisan.

Gambar : 2. SKEMA PROSES LAPIS LISTRIK Ni - Cr



## B A B IV

HASIL DAN PEMBAHASAN.1. Penujian tebal lapisan

Penujian ini digunakan cara/alat Metallografi.

2. Penujian daya lekat

Penujian ini dilakukan dengan cara melipat benda kerja (produk) sampai kedua ujungnya bertemu. Tingkat kerusakannya diberikan nilai 1 sampai 5 dimana angka 5 adalah yang terbaik.

Dapat juga digunakan alat yang disebut " Elcometer " .

3. Penujian korosi

Penujian ini menggunakan cara " Accelerated test " secara sistim celup pada temperetur ruangan. Pengamatannya dilakukan setiap 24 jam dan ke-lipatannya.

Komposisi larutan yang digunakan adalah :

Na Cl : 25 gr/lit

CH<sub>3</sub> COOH : 15 gr/lit

H<sub>2</sub> O<sub>2</sub> : 3,3 ml/lit

4. Penujian kekerasan

Dengan cara Brinnel test.

5. Penujian secara visual (tampak rupa)

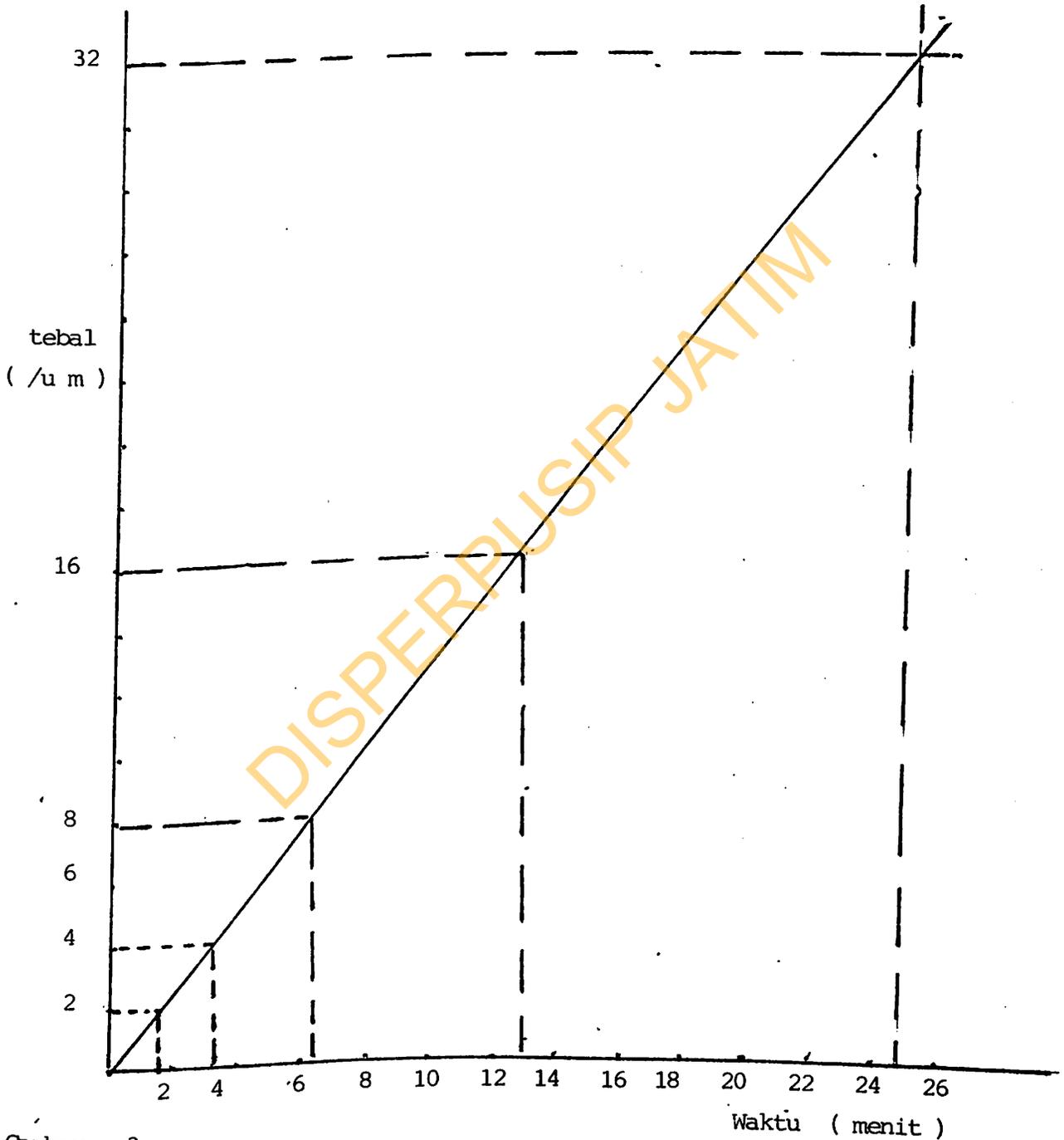
Penujian ini diberikan tingkatan dari 1 sampai 5 dimana yang terburuk adalah nilai 1 dan yang terbaik dengan nilai 5.

Dari hasil percobaan penelitian pelapisan Nikel Chrom, diperoleh beberapa hasil seperti terlihat pada tabel-tabel berikut.

TABEL I : PELAPISAN Cu - Ni - Cr.

PELAPISAN Cu				PELAPISAN Ni				PELAPISAN Cr				Tebal total ( $\mu\text{m}$ )	Keke-rasan (HB)	Daya lekat	Tahan korosi	Tampak luar
CD ( $\text{A}/\text{dm}^2$ )	Waktu (menit-detik)	Jarak A - K (cm)	Tebal ( $\mu\text{m}$ )	CD ( $\text{A}/\text{dm}^2$ )	Waktu (menit-detik)	Jarak A - K (cm)	Tebal ( $\mu\text{m}$ )	CD ( $\text{A}/\text{dm}^2$ )	Waktu (menit-detik)	Jarak A - K (cm)	Tebal ( $\mu\text{m}$ )					
6	1'42"	8	2	3	3'15"	8	2	12	19"	8	1	5	61,1	2	1	2
6	3'12"	8	4	3	6'30"	8	4	12	19"	8	1	9	78,2	2	2	3
6	6'24"	8	8	3	13'	8	8	12	19"	8	1	17	95,0	3	2	4
6	12'48"	8	16	3	26'	8	16	12	19"	8	1	33	108,0	4	4	5
6	25'36"	8	32	3	52'	8	32	12	19"	8	1	65	120,0	4	4	5

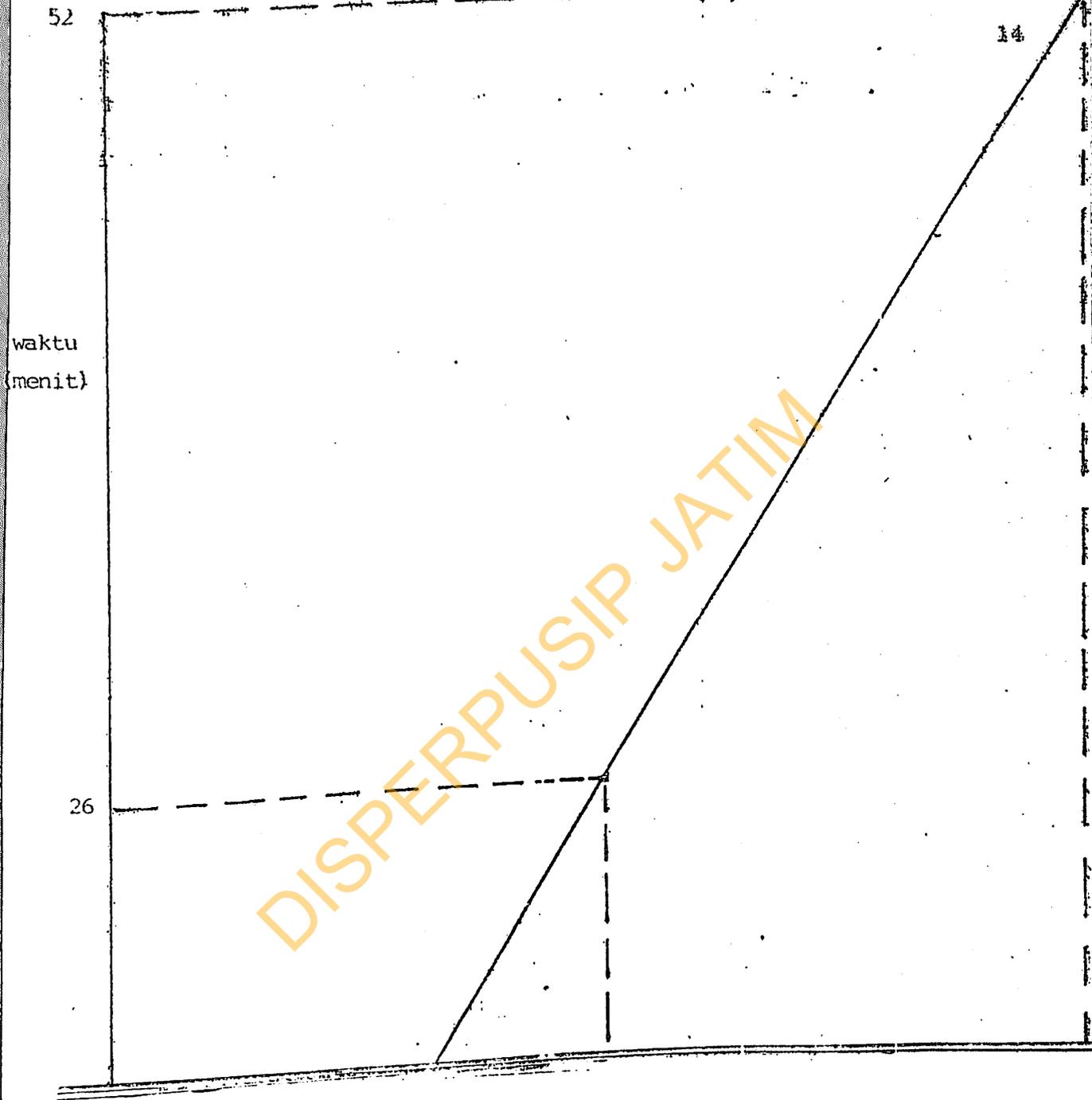
Dari tabel : I dan gambar 3 - dapat dilihat bahwa makin lama waktu yang dipergunakan jumlah pengendapan/penempelan logam (tebal lapisan) akan makin bertambah. Pertambahan jumlah/tebal lapisan baik Cu maupun Ni ternyata tidak berbeda dengan penambahan waktu.



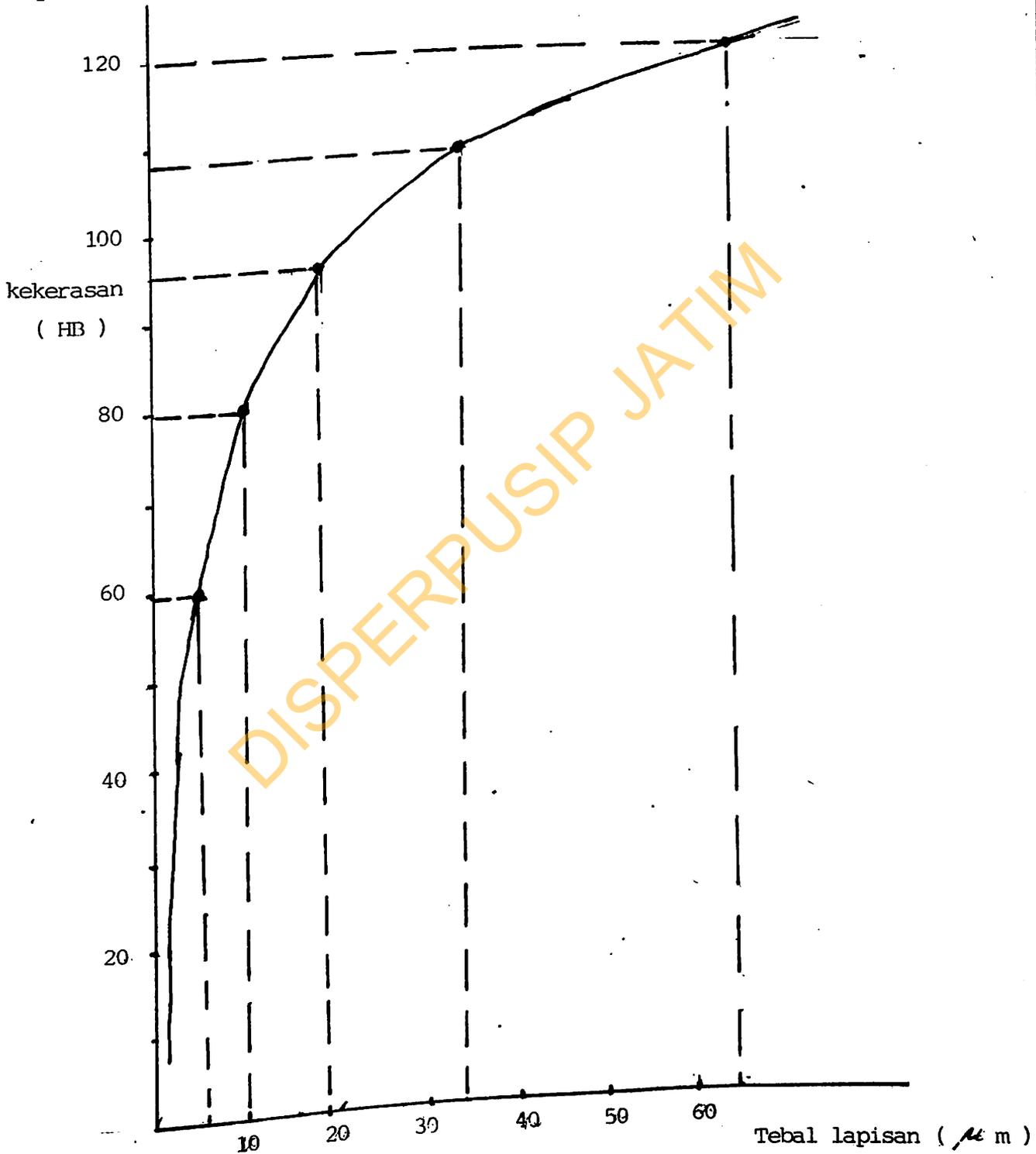
Gambar : 3

Hubungan tebal lapisan dengan waktu pelapisan, untuk logam Cu.

GAMBAR IV : HUBUNGAN TEBAL LAPISAN DENGAN WAKTU DELAPISAN UNTUK LOGAM NI



Bila diperhatikan antara ketebalan lapisan dengan nilai kekerasan, maka sangat berhubungan erat, karena makin tebal pelapisan, ternyata kekerasannya makin tinggi seperti terlihat pada gambar 5 dibawah ini :



Gambar : 5.

Hubungan kekerasan dengan tebal lapisan pada pelapisan Cu - Ni - Cr.

Begitu pula daya lekat, tahan korosi, serta tampak luar juga tergantung dari pada ketebalan.

Makin tebal pelapisan, daya lekat, tahan korosi, dan penampakan, nilainya akan bertambah.

Dari tabel : I. tersebut dapat diperhatikan bahwa pada ketebalan 33  $\mu$ m dan 65  $\mu$ m mempunyai nilai daya lekat, ketahanan korosi dan tampak luar yang sama, sehingga pada kondisi tersebut akan diperoleh hasil yang terbaik untuk pelapisan Cu - Ni - Cr.

DISPERPUSIP JATIM

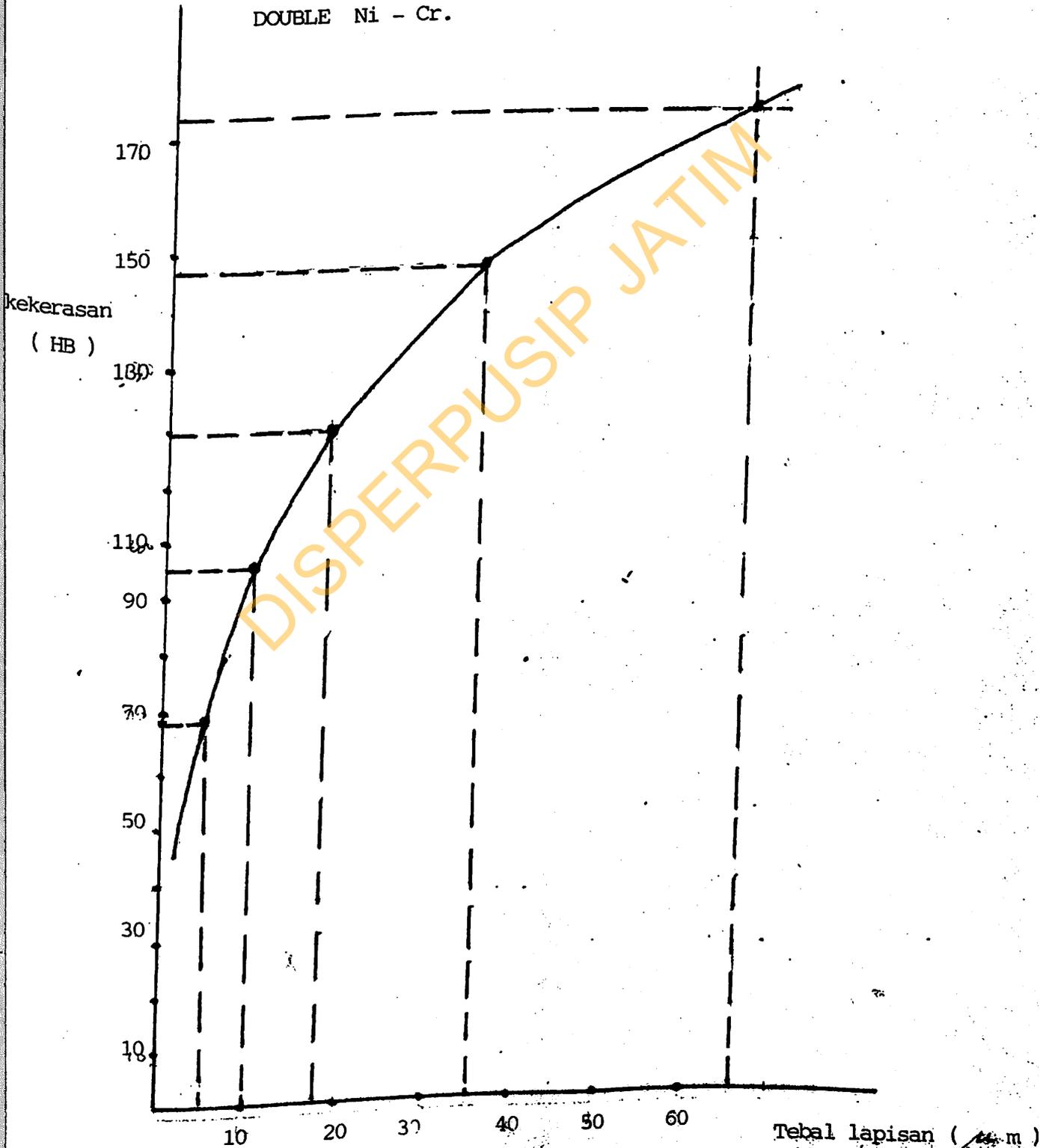
TABEL : II PELAPISAN Ni<sub>I</sub> - Ni<sub>II</sub> - Cr ( DOUBLE Ni )

PELAPISAN Ni <sub>I</sub>				PELAPISAN Ni <sub>II</sub>				PELAPISAN Cr				Tebal total ( $\mu$ m)	Keke- rasan (HB)	Daya lekat	Tahan korosi	Tampak luar
CD (A/dm <sup>2</sup> )	Waktu (menit- detik)	Jarak A - K ( cm )	Tebal ( $\mu$ m)	CD <sub>2</sub> (A/dm <sup>2</sup> )	Waktu menit- detik)	Jarak A - K ( cm )	Tebal ( $\mu$ m)	CD (A/dm <sup>2</sup> )	Waktu (menit- detik)	jarak A - K ( cm )	Tebal ( $\mu$ m)					
3	3'15"	8	2	3	3'15"	8	2	12	19"	8	1	5	69,6	3	3	3
3	6'30"	8	4	3	6'30"	8	4	12	19"	8	1	9	95	4	3	3
3	13'	8	8	3	13'	8	8	12	19"	8	1	17	121	5	4	4
3	26'	8	16	3	26'	8	16	12	19"	8	1	33	146,7	5	5	5
3	52'	8	32	3	52'	8	32	12	19"	8	1	65	172,3	5	5	5

Pencamatan dan uji pelapisan Ni<sub>I</sub> - Ni<sub>II</sub> - Cr (Double Ni).

Dari tabel II dapat dilihat, makin tebal pelapisan, disamping akan memper keras hasil pelapisan, juga daya lekat, ketahanan korosi serta penampakan akan bertambah nilainya. Makin tebal pelapisan Ni, kekerasan hasil pelapisan akan makin bertambah, seperti terlihat pada gambar 6 dibawah ini.

Gambar : 6. HUBUNGAN KEKERASAN DAN TEBAL LAPISAN PADA PELAPISAN DOUBLE Ni - Cr.



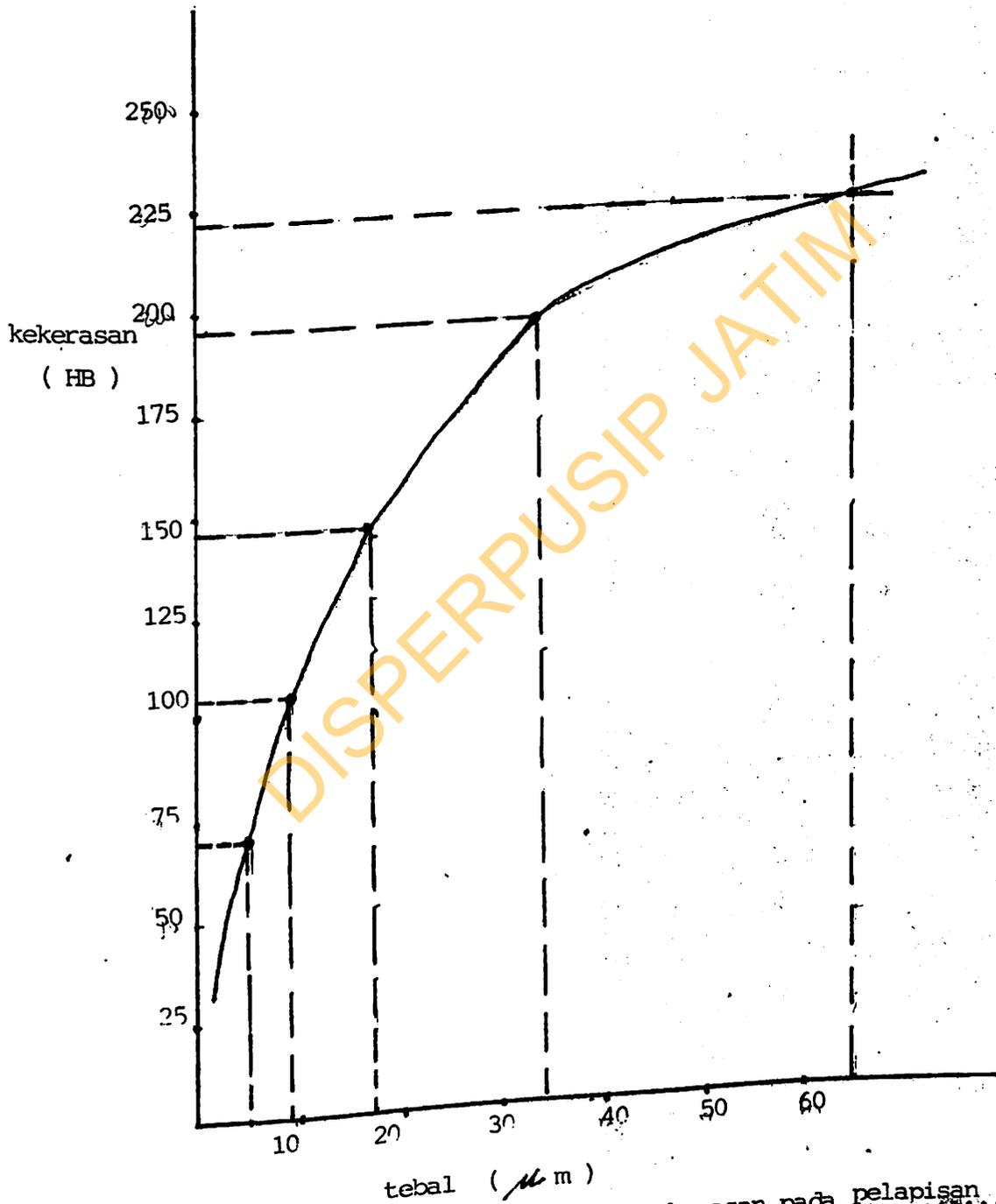
Setelah pada ketebalan 33 ~~μ~~ m, daya lekat, ketahanan korosi dan penampakan ternyata tidak berbeda.

Hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi proses tersebut telah diperoleh hasil yang tertinggi, yaitu nilai daya lekat, ketahanan korosi dan penampakan sebesar 5.

DISPERPUSIP JATIM



Dari tabel : III. dapat dilihat, bahwa makin tebal lapisan, disamping kekerasan bertambah, ternyata daya lekat, tahan korosi dan nilai penampakan luar akan bertambah. Pertambahan nilai kekerasan dengan ketebalan seperti terlihat pada gambar 7 dibawah ini :



Gambar : 7. Hubungan tebal pelapisan dan kekerasan pada pelapisan Triple Ni - Cr.

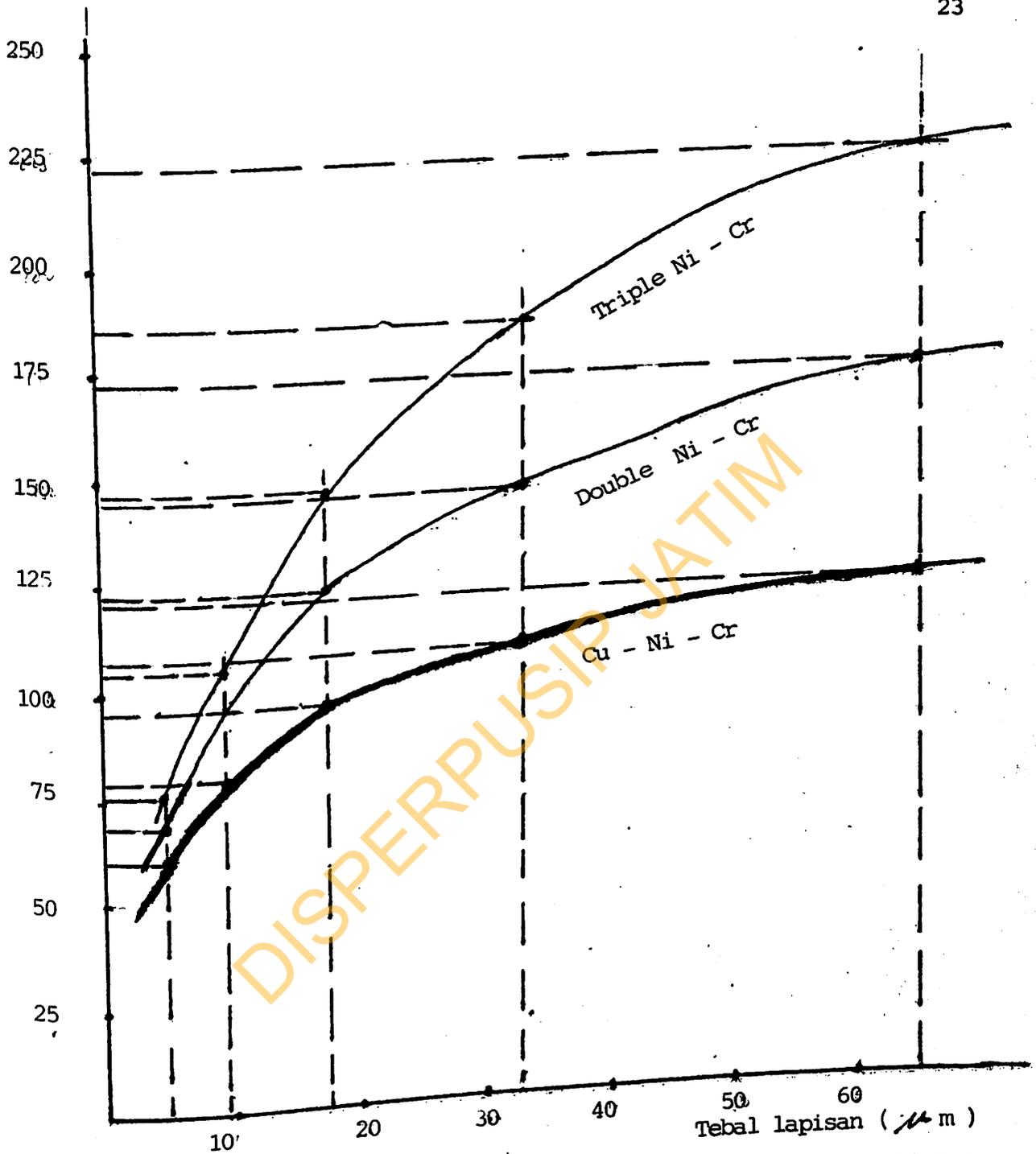
Pada tabel III diperoleh data setelah pada ketebalan lapisan  $17 \mu\text{m}$ , akan diperoleh nilai daya lekat, ketahanan korosi dan menampilkan luar sebesar 5, yang merupakan nilai tertinggi dalam angka uji.

TABEL : IV. PERBANDINGAN TEBAL LAPISAN DAN HASIL UJI KEKERASAN

No.	Tebal ( $\mu\text{m}$ )	K E K E R A S A N ( H B )		
		Cu - Ni - Cr	Double Ni - Cr	Triple Ni - Cr
1	5	61,1	69,6	71,6
2	9	78,2	95,0	109,3
3	17	95,0	121,0	147,0
4	33	108,0	146,0	184,7
5	65	120,0	172,3	222,3

Dari tabel Iv : dapat dilihat bahwa makin tebal pelapisan, kekerasan hasil pelapisan akan bertambah.

Nilai kekerasan akan meningkat dari pelapisan Cu - Ni - Cr, Double Ni - Cr ke Triple Ni - Cr pada ketebalan yang sama, seperti juga terlihat pada gambar 8. dibawah ini.



Gambar : 8. HUBUNGAN KETEBALAN DAN KEKERASAN PADA KETIGA MACAM LAPISAN.  
 Dari gambar 8 terlihat bahwa pada ketebalan yang sama, pelapisan Cu-Ni-Cr mempunyai nilai kekerasan yang rendah.  
 Hal ini disebabkan karena didalam pelapisan ini terdapat logam Cu yang kekerasannya lebih rendah dari pada logam Ni dapat dilihat pada tabel v dibawah ini :

TABEL : V. KEKERASAN DARI BEBERAPA BEBAN

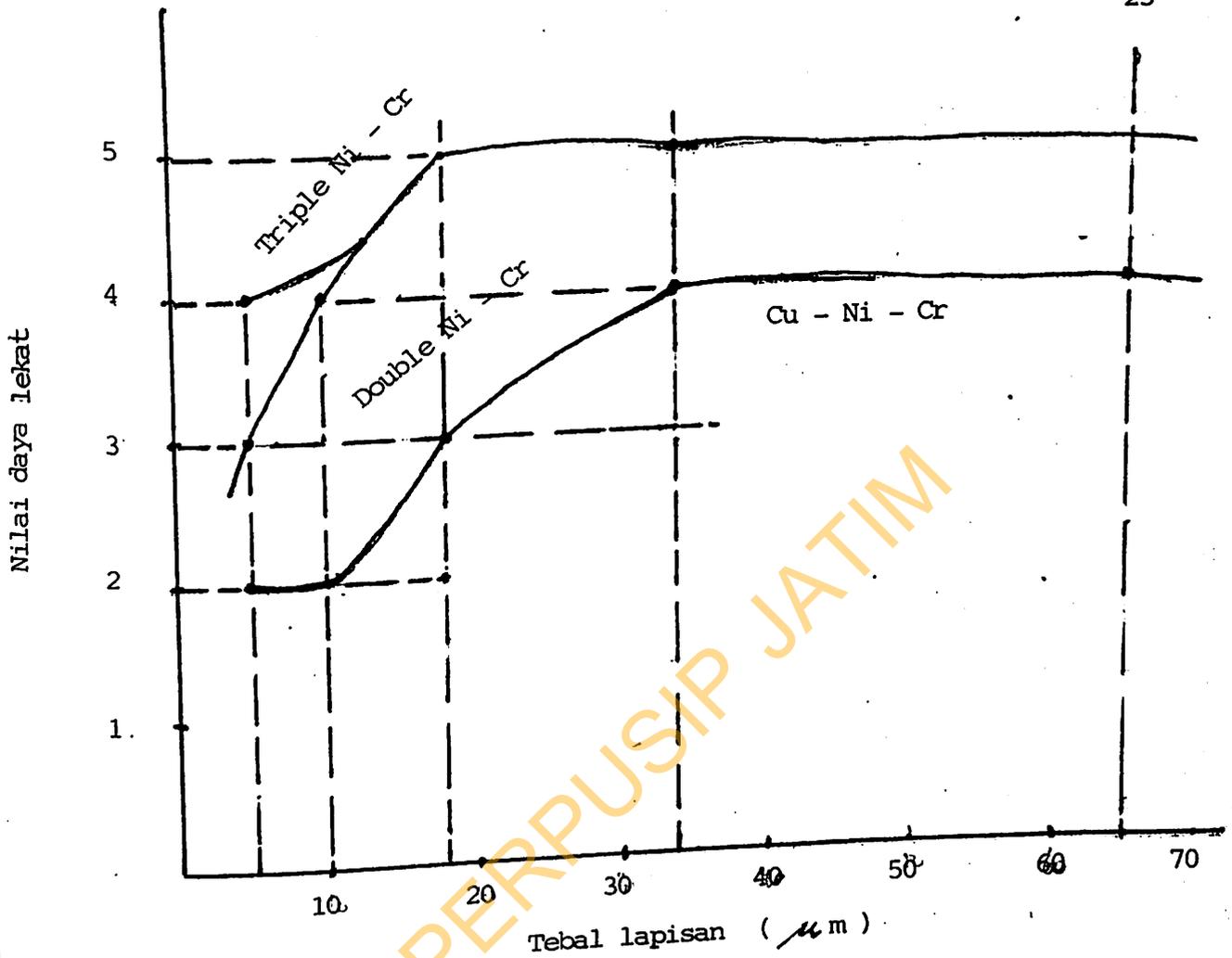
MACAM LOGAM PELAPIS	KNOOP HARDNESS (beban 100 gr)
Cadmium ( Cd )	15 - 60
Chromium ( Cr )	400 - 1000
Copper ( Cu )	35 - 190
Iron ( Fe )	130 - 380
Nickel ( Ni )	120 - 600
Silver ( Ag )	55 - 80
Zink ( Zn )	45 - 120

Tabel ini diambil dari " Electro Plating Engineering Hand Book " A.K.Graham. Pada pelapisan double Ni-Cr dan Triple Ni-Cr terjadi perbedaan kekerasan karena terdapat kepadatan endapan logam Ni pada kedua macam pelapisan diatas. Hal ini terjadi karena semakin lama waktu pelapisan, ukuran partikel logam Ni yang mengendap semakin besar. Jadi semakin lama waktu pelapisan, semakin rendah kepadatannya, yang juga mempengaruhi kekerasan dan daya lekatnya.

TABEL : VI. PERBANDINGAN TEBAL LAPISAN DENGAN DAYA LEKAT.

NO	TEBAL LAPISAN	D A Y A L E K A T		
		Cu - Ni - Cr	Double Ni - Cr	Triple Ni - Cr
1	5	2	3	4
2	9	2	4	4
3	17	3	5	5
4	33	4	5	5
5	65	4	5	5

Dari tabel VI. diatas terlihat makin tebal pelapisan, daya lekat akan bertambah. Pertambahan daya lekat akan naik dari macam pelapisan Cu-Ni-Cr, Double Ni-Cr dan Triple Ni-Cr. Daya lekat pada pelapisan Cu-Ni-Cr akan tetap pada ketebalan 33  $\mu$  m, sedangkan untuk Double Ni - Cr dan Triple Ni-Cr akan tetap pada ketebalan pelapisan 17  $\mu$  m seperti terlihat pada gambar 9 dibawah ini :



Gambar 9 : Hubungan tebal pelapisan dengan daya lekat pada ketiga macam pelapisan.

Perbedaan daya lekat antara macam lapisan Cu-Ni-Cr cukup nyata dibandingkan dengan pelapisan Double Ni-Cr dan Triple Ni-Cr. Hal ini disebabkan karena keuletan ((Tensile Strenght) logam Cu lebih rendah dari pada logam Ni, seperti pada tabel dibawah ini :

TABEL : VII. KEULETAN MACAM-MACAM LAPISAN LOGAM PELAPIS

MACAM L O G A M	RANGE OF TENSILE STRENGTH (psi)
Chromium ( Cr )	15.000 - 80.000
Copper ( Cu )	15.000 - 60.000
Nickel ( Ni )	50.000 - 225.000
Z i n k ( Zn )	4.000 - 35.000

\* Tabel VII tersebut diatas diambil dari " Electroplating Engineering Hand-Book " A.K. Graham.

Sedangkan pada pelapisan Ni - Cr, terdapat perbedaan daya lekat pada awal pelapisan.

Pelapisan Double Ni - Cr lebih rendah dibandingkan dengan pelapisan Triple Ni - Cr.

Hal ini mungkin disebabkan karena pada pelapisan Triple Ni - Cr mempunyai kepadatan lapisan yang lebih tinggi dari pelapisan Double Ni - Cr.

( Pelapisan Triple Ni - Cr mempunyai tiga lapisan Nikel ).

DISPERPUSIP JATIM

L A M P I R A N

DISPERPUSIP JATIM

## KONDISI OPERASI PROSES PELAPISAN

### 1. Pembersihan Mekanis

Benda kerja yang berkarat dibersihkan dengan alat-alat :

- a. Kikir besi/gerinda
- b. Kertas gosok, dari yang kasar hingga yang paling halus.
- c. Poles, dari yang kasar hingga yang paling halus, hingga tidak terdapat lagi goresan-goresan pada benda kerja tersebut.

### 2. Pencucian dengan air

Pencucian dengan air (pembilasan) untuk menghilangkan kotoran dan sisa-sisa larutan yang digunakan sebelumnya, supaya tidak mengotori larutan yang akan digunakan. Air yang digunakan mencuci ini haruslah air bersih dan selalu mengalir atau sering diganti.

#### Pencucian dengan Basa ( Degreazing )

Pembersihan ini digunakan larutan paten dengan kode OP - 101 dengan konsentrasi 70 gr/lt, suhu  $\pm 70^{\circ}\text{C}$ , waktu cukup  $\pm 10$  menit atau sampai tidak berminyak lagi.

#### Pencucian dengan asam ( Pickling )

Pencucian ini bisa menggunakan asam HCl 10 %, pada suhu kamar, selama 5 - 10 menit.

### 5. A k t i f a s i

Pada proses aktifasi ini digunakan larutan aktivator OV - 345 dengan konsentrasi 100 gr/lt, pada suhu kamar, dengan waktu celup selama  $\pm 60$  detik.

### 6. Pelapisan Cu

-Komposisi larutan elektrolit :

- |                                   |   |           |
|-----------------------------------|---|-----------|
| 1. Cu SO <sub>4</sub>             | : | 210 gr/lt |
| 2. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | : | 29 gr/lt  |
| 3. # Cu 60                        | : | 2 cc/lt   |

- |                  |   |                              |
|------------------|---|------------------------------|
| -Current Density | : | 2,2 - 11 Amp/dm <sup>2</sup> |
| -Suhu Proses     | : | 18 - 53 <sup>o</sup> C       |
| -Waktu           | : | Sesuai dengan dikehendaki    |
| -Anoda           | : | Logam Cu                     |

7. Pelapisan Ni<sub>I</sub>

- Komposisi larutan elektrolit.

1. Ni SO <sub>4</sub> . . . . .	70 gr/lt
2. Ni Cl <sub>2</sub> . . . . .	70 gr/lt
3. H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> . . . . .	40 gr/lt
4. Additif . . . . .	5 cc/lt

- A n o d a . . . . .	logam Ni
- Current Density . . . . .	2,2 - 4 Amp/dm <sup>2</sup>
- Suhu operasi . . . . .	45 - 60°C
- W a k t u . . . . .	sesuai kebutuhan.

8. Pelapisan Ni<sub>II</sub> (Bright Ni)

- Komposisi larutan elektrolit.

1. Ni SO <sub>4</sub> . . . . .	280 gr/lt
2. Ni Cl <sub>2</sub> . . . . .	60 gr/lt
3. H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> . . . . .	45 gr/lt
4. Brightner . . . . .	10 cc/lt

- A n o d a . . . . .	logam Ni
- Current Density . . . . .	2,2 - 4 Amp/dm <sup>2</sup>
- Temperature proses . . . . .	45 - 60°C
- W a k t u . . . . .	sesuai kebutuhan

9. Pelapisan Cr

- Komposisi larutan elektrolit.

1. Chromic acid . . . . .	275 gr/lt
2. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> p.a. . . . .	0,38 cc/lt.
3. Catalis MCl . . . . .	10 - 16 gr/lt
4. Brightner Mnt . . . . .	5 gr/lt

- A n o d a . . . . .	Logam Pb-Sn
- Current Density . . . . .	10 - 15 Amp/dm <sup>2</sup>
- Tegangan . . . . .	± 7 Volt
- Temperatur proses . . . . .	± 47°C
- W a k t u . . . . .	sesuai kebutuhan

## B A B V

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan dan saran sebagai berikut. :

1. Dalam pelapisan logam secara lapis listrik, makin lama waktu pelapisan jumlah/tebal lapisan logam makin bertambah. Kecepatan bertambah tebalnya lapisan Cu berbeda dengan pelapisan Ni. Ternyata pelapisan Cu dalam waktu lapis yang sama akan diperoleh tebal lapisan yang lebih besar dari pada lapisan Ni.
2. Kekerasan hasil pelapisan logam, tergantung pada ketebalan lapisan. Makin tebal lapisan, kekerasannya akan makin bertambah. Pada ketebalan pelapisan yang sama, ternyata pelapisan metoda Triple Ni-Cr lebih keras dibandingkan dengan metoda pelapisan Double Ni-Cr. Sedang yang paling rendah kekerasannya adalah dari metoda pelapisan Cu - Ni - Cr.
3. Daya lekat logam hasil pelapisan, makin kuat bila ketebalan lapisan bertambah, tetapi setelah mencapai tebal lapisan 33  $\mu$  m, akan diperoleh nilai daya lekat yang sama sampai ketebalan 65  $\mu$  m.
4. Daya lekat pelapisan metoda Triple Ni-Cr dan Double Ni-Cr tidak berbeda setelah ketebalan mencapai 10  $\mu$  m, dan mempunyai daya lekat yang lebih tinggi dibandingkan dengan metoda pelapisan Cu - Ni - Cr.
5. Makin tebal pelapisan logam, pada umumnya tampak luar akan semakin baik. Dan pada ketebalan 17  $\mu$  m keatas, akan diperoleh nilai tampak luar tertinggi.
6. Untuk memperoleh hasil pelapisan yang lebih keras, digunakan metoda pelapisan Triple Ni-Cr dengan ketebalan rata-rata untuk pelapisan Ni lebih besar dari pada 6  $\mu$  m, sedangkan lapisan Cr setebal 1  $\mu$  m. Disini lapisan Cr hanya sebagai lapisan pelindung saja.

7. Dalam proses pelapisan, harus diperhatikan perlakuan-perlakuan benda kerja, antara lain pada proses pembersihan benda kerja dari lemak, karat dan kotoran lain harus betul-betul bersih.
8. Dalam proses pelapisan, harus diperhatikan juga kondisi operasi antara lain : pH, suhu, rapat arus, konsentrasi larutan elektrolit, pengadukan, perbandingan luas antara anoda dan katoda, jarak antara anoda dan katoda dan lain-lain.
9. Bahan-bahan kimia yang baik dan tepat serta tidak tercemar, juga menentukan hasil pelapisan.
10. Alat-alat yang bekerja dengan baik, termasuk alat-alat kontrol, kebersihan bak reaksi, bak pencuci serta air pencuci juga sangat mempengaruhi hasil pelapisan.

DAFTAR PUSTAKA

- 1). A. KENNETH GRAHAM :  
" ELECTRO PLATING ENGINEERING HAND BOOK "
- 3)... HARINI, Ir, S. JUHANDA, Ir.  
(STAF PENELITIAN L.M.N. - L.I.P.I.)  
" PENGETAHUAN LAPIS LISIRIK "
- 3). INDRA KUSUMAH N.B.E.  
(STAF PENELITIAN L.M.N. - L.I.P.I.)
  1. PENGOLAHAN AWAL
  2. PELAPISAN NIKEL - KROM.
- 4). MOTOO KAWASAKI, PROF. D. ENG.  
(STAF. J I K A ).  
" PRACTICAL ELECTRO PLATING "