



**PENINGKATAN SIFAT MEKANIK BAJA AISI 1045 DENGAN ELEKTROPLATING SEBAGAI  
BAHAN PEMBUAT DISK BRAKE SEPEDA MOTOR**

**SKRIPSI**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Fakultas  
Teknik Mesin (S-1)  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh:

**Muhtar Listiyono**

**NIM. 041 910 101 103**

**JURUSAN STRATA SATU TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2011**



**PENINGKATAN SIFAT MEKANIK BAJA AISI 1045 DENGAN  
PELAPISAN ELEKTROPLATING SEBAGAI BAHAN PEMBUAT DISK  
BRAKE SEPEDA MOTOR**

**SKRIPSI**

Oleh:

**Muhtar Listiyono  
NIM. 041 910 101 103**

**PROGRAM STUDI STRATA SATU TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2010**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Lilik Sudarmi dan Ayahanda Munarudin yang telah mendoakan, mendidik, membiayai sampai selesai dan memberikan kasih sayang yang tulus serta pengorbanan yang tidak terhingga selama ini;
2. Kakakku Lina Munafiah dan Adikku Fitriah Novita Sari yang selalu memberikan motivasi dan semangat hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini;
3. Endah Maretha Wati yang telah memberi kasih sayang yang tulus, motivasi, serta sabar dalam membantu penyusunan skripsi ini;
4. Bapak Heri Budiono yang selalu memberikan warna dan motivasi dalam penulisan skripsi ini;
5. Seluruh keluarga dan sahabat-sahabatku yang telah mendoakan dan memberi dukungan dalam penulisan skripsi ini;
6. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

## MOTTO

*"Kalau itu adalah kenangan yg berarti..jangan dilupakan.  
Sebab jika manusia mati..mereka hanya bisa hidup dalam kenangan orang lain"  
(by Takagi – Meitantei Conan )*

*"Kalau lari terus, aku tak akan menang!!"  
(Ayumi Yoshida)*

*"Jangan lari dari takdirmu sendiri..."  
(Conan Edogawa)*

*"Our greatest glory is not in never falling but in rising every time we fall.ing but in rising every  
time we fall  
( Confucius )*

*If your actions inspire others to dream more, learn more, do more and become more,  
you are a leader  
(John Quincy Adams)*

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhtar Listiyono

NIM : 041910101103

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul : *Peningkatan Sifat Mekanik Baja Aisi 1045 Dengan Pelapisan Electroplating Sebagai Bahan Pembuat Disc Brake Pada Motor* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus di junjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia untuk mendapatkan sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 29 Juni 2011

Yang menyatakan,

Muhtar Listiyono

NIM. 041910101103

**SKRIPSI**

**PENINGKATAN SIFAT MEKANIK BAJA AISI 1045 DENGAN  
PELAPISAN ELEKTROPLATING SEBAGAI BAHAN PEMBUAT DISK  
BRAKE SEPEDA MOTOR**

**Muhtar Listiyono  
NIM. 041 910 101 103**

**Pembimbing :**

**Dosen Pembimbing Utama : Salahudin Junus, S.T., M.T.**

**Dosen Pembimbing Anggota : Santoso Mulyadi, S.T., M.T.**

## RINGKASAN

**Peningkatan Sifat Mekanik Baja Aisi 1045 Dengan Pelapisan Electroplating Sebagai Bahan Pembuat Disk Brake Pada Motor ; Muhtar Listiyono, 041910101103; 2011: 53 halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.**

Dalam bidang industri yang memproduksi komponen-komponen mesin, tidak akan terlepas dari proses pelapisan atau juga dapat disebut proses Electroplating. Sedangkan produk berkualitas diperoleh dari adanya proses permesinan yang baik, dan salah satu yang perlu diperhatikan dalam hal ini adalah masa keawetan pada produk metalurgi tersebut. Proses struktur mikro dan uji mampu keras permukaan digunakan untuk menentukan dan mengevaluasi kualitas suatu hasil akhir proses pelapisan. Untuk memperoleh hasil pelapisan yang baik, penyetelan arus, tegangan listrik, dan jarak antara katoda dan anoda adalah yang paling penting dilakukan sebelum proses berlangsung. Sebagai salah satu awal untuk parameternya dapat menggunakan table data yang diperlengkapi di dalam pedoman data pelapisan.

Pada dasarnya hasil pelapisan dengan metode elektroplating dilakukan untuk mengetahui fenomena proses pelapisan pada logam, dan menganalisa struktur mikro, hasil kekerasan material, dan memprediksi laju keausan material dalam hal ini yang digunakan adalah baja karbon menengah AISI 1045.

Penelitian dilakukan dengan pengujian pada specimen dengan metode eksperimental, sehingga data yang dihasilkan banyak berbentuk grafik dan gambar hasil pengujian. Pengujian Hasil pelapisan dilakukan dengan tiga tahap antara lain, proses pengujian kekerasan (*Brinell*), pengujian keausan dengan menggunakan mesin Oghosi, dan pengamatan hasil pelapisan dengan menggunakan Struktur Mikro.

Pengaruh variasi waktu pada proses *pelapisan elektroplating* mengakibatkan adanya perbedaan hasil ketebalan lapisan. Semakin lama waktu pelapisan maka ketebalan lapisan akan semakin tinggi dan semakin, nilai laju keausan yang berubah-ubah dan pada dasar prinsip proses pelapisan semakin tinggi nilai kekerasan maka semakin rendah laju keausannya (akan tetapi pada penelitian ini didapatkan juga hasil laju keausan yang rendah pada kekerasan yang tinggi, hal ini terjadi karena hasil pelapisan yang kurang bagus). Hasil dari nilai kekerasan dan laju keausan dibandingkan dengan nilai kekerasan dan keausan disk brake sepeda motor.

## *Summary*

**Increase Of the Nature Of Mechanic Become militant Aisi 1045 With Veneering Of Electroplating Upon Which Maker Of Disk Brake Motor.;** Muhtar Listiyono, 041910101103; 2011: 53 page;yard; Majors Technical Engineering Faculty Of Technique University of Jember

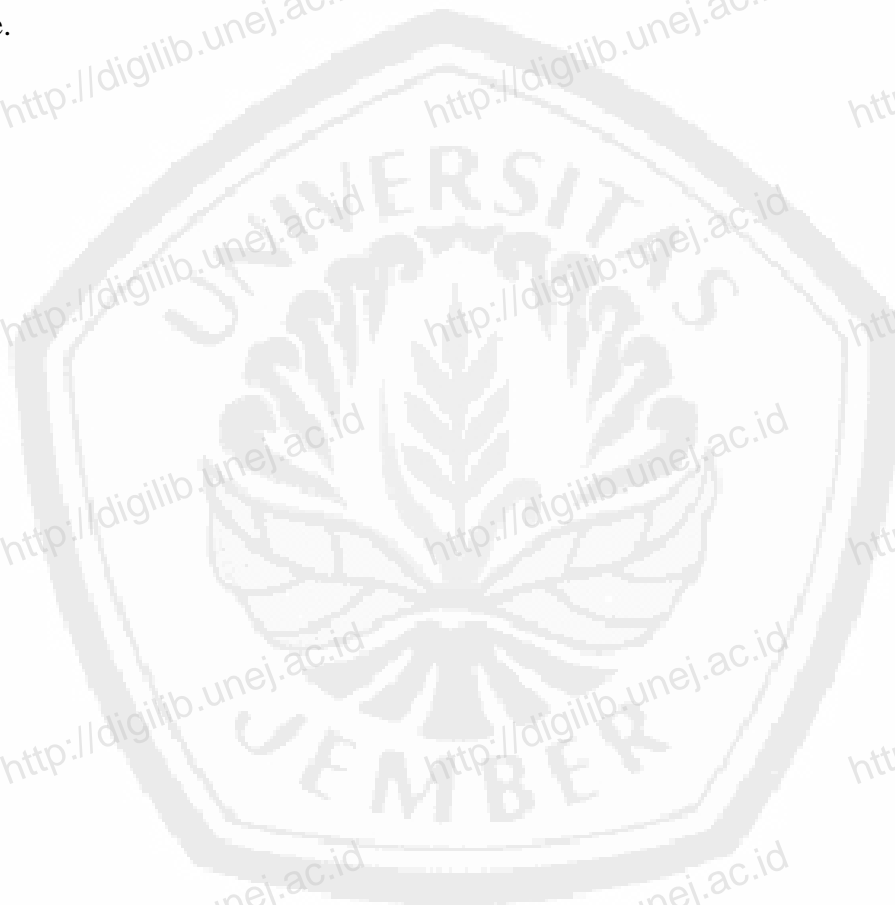
In the field of industry which producing machine components, will not be quit of veneering process or also can be referred as by process of Electroplating. While product is with quality obtained from existence of good machinery process, and one other require to be paid attention in this case is a period of/to durabel at metallurgy product. micro Structure process and test can ossify surface used to determine and evaluate the quality of a[n end result process veneering. To obtain;get result of good veneering, tuning of current, voltage, and distance between anode and cathode is most importantly conducted by before process take place. As one of the early for its parameter earn data table using equipped in guidance of veneering data.

Basically result of veneering with method of elektroplating conducted to know phenomenon process veneering at metal ,and analyse micro structure, result of hardness of material, and fast prediktion of timeworn of material in this case the used is middle carbon steel of AISI 1045.

Research conducted with examination at specimen with method of eksperimental, so that yielded data many in form of picture and graph result of examination. Examination of Result veneering conducted with three phase for example, process examination of hardness (*Brinell*), examination of timeworn by using machine of Oghosi, and perception of veneering result by using Micro Structure.



Influence of time variation at process veneering of elektroplating result the existence of difference of thick result of coat. Longer veneering time hence is thick of excelsior coat will and is ever greater of thick used current density of coat progressively mount, fast value of fickle timeworn and at principal base of process veneering of excelsior assess hardness hence progressively lower its his fast (however at this research is got also fast result of low timeworn at high hardness, this matter happened because result of less good veneering). Result of from hardness value and is fast keausan compared to hardness value and keausan of disk of brake motorbike.



## PRAKATA

Segala puji syukur hanya bagi Allah SWT yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Peningkatan Sifat Mekanik Baja Aisi 1045 Dengan Pelapisan Electroplating Sebagai Bahan Pembuat Disc Brake Pada Motor*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Sumarji, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah memberikan waktu, saran dan perhatian kepada penulis;
2. Bapak Salahudin Junus ST.,M.T., dan Bapak Santoso Mulyadi ST.,M.T. selaku Dosen Pembimbing Umum dan dosen pembimbing anggota yang telah banyak meluangkan waktunya untuk memberikan pengarahan dan bimbingan sejak awal hingga selesainya penulisan skripsi ini;
3. Bapak Ir. Fx. Kristianta., M. Eng., dan Bapak Yuni Hermawan ST., MT selaku Dosen Penguji, yang memberikan arahan dan saran-saran yang sangat membantu dalam menyelesaikan skripsi ini;
4. Seluruh dosen Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin yang telah memberi pengajaran tentang ilmu akademik selama penulis menempuh studi S-1;
5. Ibuku, terima kasih atas cinta dan kasih sayang tulus yang tak terhingga selama ini, juga segala doa yang senantiasa mengiring langkahku hingga saat ini. Terima kasih tak terhingga pula atas segala nasihat, didikan, dan motivasi yang selalu membuatku bangkit dan semangat;
6. Ayahku, terima kasih atas cinta dan kasih sayang tulus yang tak terhingga selama ini, juga atas segala doa, nasihat, didikan dan motivasi yang mengiring langkahku selama ini;
7. Kakakku, Mbak Lina Mas Aan yang telah memberikan masukan baik material maupun spiritual dalam menjalani studiku selama ini;
8. Endah Marethawati yang telah memberi masukan, saran, dan doa;

9. Seluruh Staff Laboratorium Bahan Teknik Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya, yang telah membantu untuk melakukan pengujian specimen yang dilakukan dengan sabar dan teliti;
10. Sahabat – sahabat club motor supra, Mas Heri yang selalu menjadi sosok ayah selama hidup di Jember. Rully yang selalu memberi semangat serta konsumsi selama menyelesaikan skripsi. Rio yang menemani dalam menyelesaikan skripsi. Mbak Dwi yang membimbingku ketika patah semangat mengerjakan skripsi. Dan semua anggota club motor Superman ( Supra Jember Mania ), semoga dapat menjadi inspirasi ikatan persaudaraan ( all bikers all brother );
11. Sahabat-sahabat se-Fakultas, Tengu (06) yang selalu membantuku dalam melakukan penelitian hingga penelitian ini selesai, yang tidak bisa dibayar dengan harta benda, terima kasih atas perhatianmu selama ini, semoga Tuhan membantu dalam segala aktifitasmu. Ucup (04) yang telah menemani dalam penelitian di ITS, Anas (04), Skriptian (08), Edy (06), Romy (06), Angger (06) yang telah menemani dan membantu dalam pengujian Struktur Mikro dan pengujian Kekerasan Brinell, semoga semua dapat menjadi inspirasi ikatan persahabatan ( Solidarity Forever);
12. Ibu Kosku yang telah sabar dan selalu memberi dorongan semangat untuk terus menatap hari depan;
13. Teman-teman satu padepokan di Jl. Sumatra 92 yang telah penulis sibukkan dan selalu diganggu dengan kebisingan dalam proses penelitian ini, semoga selalu ada rasa kebersamaan dalam satu padepokan ini;
14. Semua pihak yang terlibat baik langsung maupun tidak langsung yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

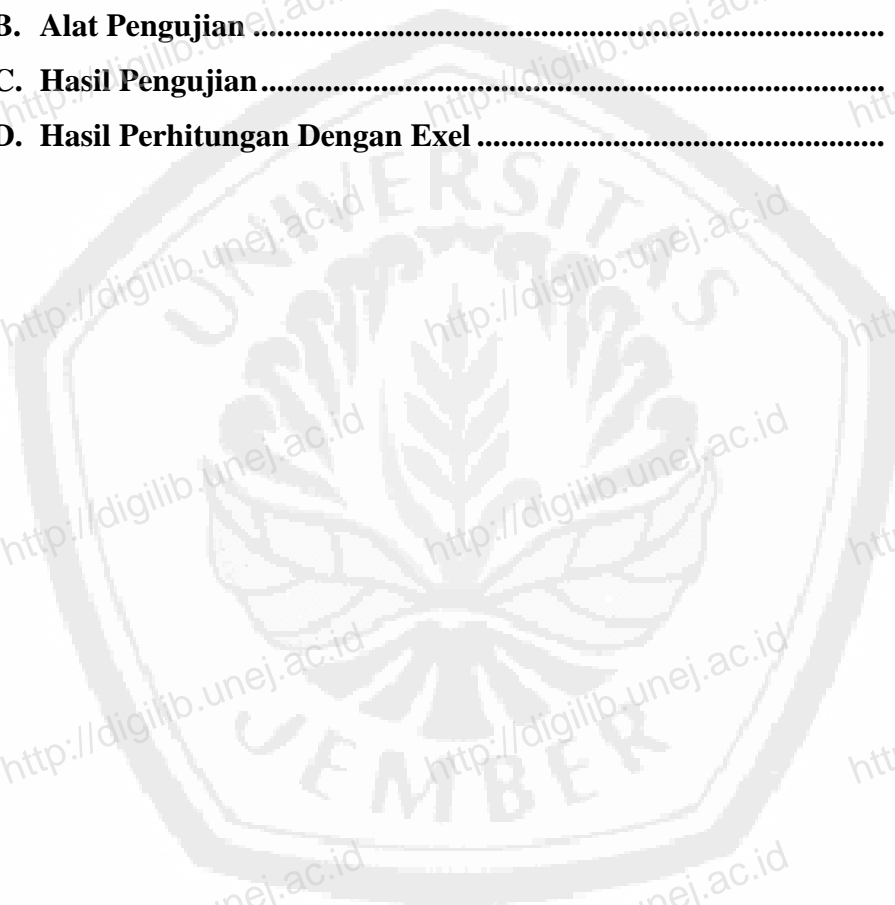
Penulis menyadari akan keterbatasan dan kekurangan dalam penulisan skripsi ini, untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan penulisan selanjutnya. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvii</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Perumusan Masalah</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	<b>2</b>
<b>1.4 Tujuan</b> .....	<b>3</b>
<b>1.5 Manfaat</b> .....	<b>3</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1 Baja</b> .....	<b>4</b>
2.1.1 Struktur Baja .....	<b>4</b>
2.1.2 Klasifikasi Baja .....	<b>6</b>
2.1.3 Baja AISI 1045 .....	<b>6</b>
<b>2.2 Pelapisan</b> .....	<b>9</b>
2.2.1 Jenis – jenis pelapisan.....	<b>9</b>
2.2.2 Elektroplating.....	<b>10</b>
2.2.3 Proses Pelapisan.....	<b>12</b>
2.2.4 Proses Pelapisan Timah .....	<b>15</b>
<b>2.3 Disk Brake Sepeda Motor</b> .....	<b>19</b>

<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
<b>3.1 Metode Penelitian .....</b>	<b>21</b>
<b>3.2 Tempat dan Waktu .....</b>	<b>21</b>
<b>3.3 Alat dan Bahan .....</b>	<b>21</b>
3.3.1 Alat .....	21
3.3.2 Bahan .....	22
<b>3.4 Rancangan Penelitian .....</b>	<b>23</b>
<b>3.5 Pengujian Material.....</b>	<b>25</b>
3.5.1 Uji Kekerasan Brinel.....	25
3.5.2 Pengujian Struktur Mikro .....	26
3.5.3 Pengujian Keausan.....	27
<b>3.6 Penyajian Data .....</b>	<b>28</b>
<b>3.7 Jadwal Rencana Kegiatan Penelitian.....</b>	<b>30</b>
<b>3.8 Alur Penelitian .....</b>	<b>31</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>32</b>
<b>4.1 Hasil Pengujian Kekerasan Brinell.....</b>	<b>32</b>
4.1.1 Baja AISI 1045 (Zulfikar. 1999) .....	32
4.1.2 Baja AISI 1045 Dengan Pelapisan Timah.....	33
4.1.3 Rem Cakram.....	34
4.1.4 Kurva Perbandingan Hasil Pengujian Kekerasan.....	35
<b>4.2 Hasil Pengujian Keausan.....</b>	<b>36</b>
4.2.1 Baja AISI 1045 (Zulfikar. 1999).....	37
4.2.2 Baja AISI 1045 Dengan Pelapisan Timah.....	37
4.2.3 Rem Cakram.....	38
4.2.4 Kurva Perbandingan Hasil Pengujian Keausan.....	40
<b>4.3 Hasil Pengujian Mikro.....</b>	<b>40</b>
4.3.1 Baja AISI 1045 Dengan Waktu Pelapisan 15 menit.....	40
4.3.2 Baja AISI 1045 Dengan Waktu Pelapisan 25 menit.....	41
4.3.3 Baja AISI 1045 Dengan Waktu Pelapisan 35 menit.....	42

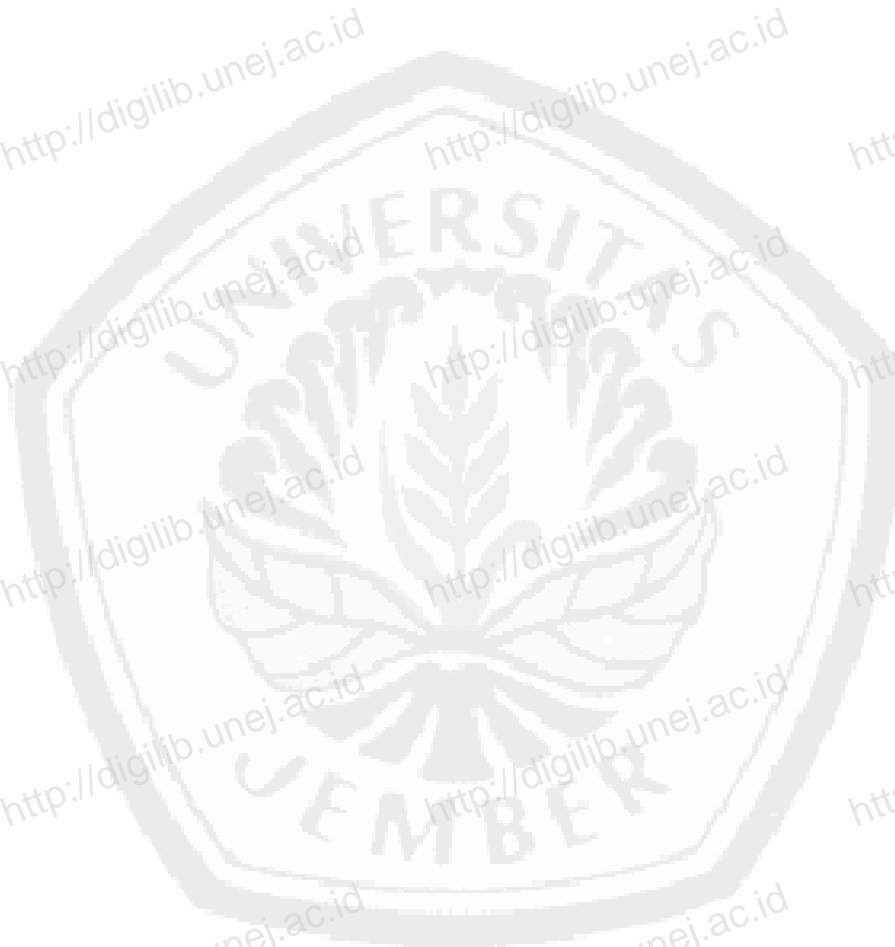
<b>BAB. 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>43</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>43</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>44</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>45</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>47</b>
<b>A. Bahan Dan Alat Yang Digunakan.....</b>	<b>47</b>
<b>B. Alat Pengujian .....</b>	<b>51</b>
<b>C. Hasil Pengujian.....</b>	<b>52</b>
<b>D. Hasil Perhitungan Dengan Exel .....</b>	<b>53</b>



## DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Komposisi (% berat) Baja AISI 1045.....	7
2.2 Sifat-Sifat Mekanik Baja AISI 1045 .....	7
2.3 Jenis Wadah Pelapisan.....	15
2.4 Sistem periodik unsur .....	16
2.5 Karakteristik timah sumber: wikipedia .....	17
2.5 Konsentrasi dan kondisi elektrolit timah.....	18
3.1 Jenis : AISI 1045 .....	22
3.2 Lembar Pengamatan Uji Kekerasan proses pelapisan krom logam AISI 1045 Pada rapat arus 5 Ampere.....	28
3.3 Lembar Pengamatan Uji Kekerasan rem cakram tanpa perlakuan pelapisan.....	29
3.4 Lembar Pengamatan Uji keausan proses pelapisan krom logam AISI 1045 Pada rapat arus 5 Ampere.....	29
3.5 Lembar Pengamatan Uji keausan rem cakram tanpa perlakuan pelapisan.....	29
3.6 Jadwal Rencana Kegiatan Penelitian Bulan Oktober–Desember .....	30
4.1 Hasil Pengujian Kekerasan <i>Brinell</i> Untuk Baja AISI 1045 (Zulfikar. 1999).....	32
4.2 Hasil Pengujian Kekerasan <i>Brinell</i> Untuk Baja AISI 1045 dengan Pelapisan Timah.....	33
4.3 Hasil Pengujian Kekerasan <i>Brinell</i> Untuk Rem Cakram.....	34
4.4 Hasil Pengujian Keausan Ogosi Untuk baja AISI 1045 (Zulfikar.1999) .....	37
4.5 Pengamatan lebar celah (b) pelapisan timah logam AISI 1045 rapat arus 5Ampere .....	37

4.6 Hasil pengujian keausan ( V ) pelapisan timah logam AISI 1045 rapat Arus 5 ampere .....	38
4.7 Pengamatan lebar celah pada rem cakram.....	38
4.8 Hasil pengujian keausan ( V ) rem cakram.....	39





## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Mikrofoto Paduan Besi-Karbon yang memperlihatkan penambahan karbon atas struktur logam .....	4
2.2 Diagram Baja Karbon Rendah AISI 1045 Sumber : Wibowo Tri B (2006) .....	8
2.3 Struktur Mikro Baja AISI 1045 Pengulangan 3 x dengan pembesaran 500 x, Ethsa HNO <sub>3</sub> . T <sub>γ</sub> = 850 <sup>0</sup> C, t <sub>γ</sub> = 71 Menit .....	8
2.4 Proses pelapisan Baja karbon rendah AISI 1045 .....	12
3.1. Skematis prinsip indentasi dengan metode Brinell.....	25
3.2. Hasil indentasi Brinell berupa jejak berbentuk lingkaran dengan ukuran diameter dalam skala mm.....	26
3.3 Pengujian keausan dengan metode Ogoshi .....	27
3.4 Alur Penelitian.....	31
4.1 Pengujian Kekerasan <i>Brinell</i> Untuk Baja AISI 1045 (Zulfikar. 1999) .....	32
4.2 Kurva hasil pengujian kekerasan brinell (BHN) baja AISI 1045 dengan pelapisan timah .....	34
4.3 Kurva hasil pengujian kekerasan brinell (BHN) rem cakram	35
4.4 Kurva Perbandingan Hasil Pengujian Kekerasan antara Baja AISI 1045, Baja AISI 1045 hasil pelapisan timah dengan rem cakram.....	35
4.6 Kurva Pengujian Keausan Ogosi Untuk baja AISI 1045 (Zulfikar. 1999).....	37
4.7 Kurva laju keausan Baja AISI 1045 dengan pelapisan timah .....	38

4.8 Kurva laju keausan rem cakram .....	39
4.9 Kurva Perbandingan Hasil Pengujian Kekerasan antara Baja AISI 1045 hasil pelapisan timah dengan rem cakram.....	40
4.10 Baja Karbon AISI 1045 dilapisi Sn dengan waktu pelapisan 15 menit .....	41
4.11 Baja Karbon AISI 1045 dilapisi Sn dengan waktu pelapisan 25 menit .....	41
4.12 Baja Karbon AISI 1045 dilapisi Sn dengan waktu pelapisan 35 menit .....	42



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seiring berjalannya waktu keinginan manusia untuk memperoleh suatu produk yang memiliki ketahanan terhadap laju keausan yang lebih tahan lama dan mengurangi biaya perawatan suatu produk permesinan, khususnya dalam bidang metalurgi, menjadi dasar untuk menemukan inovasi baru, dengan bertambahnya konsumen maka meningkat pula kebutuhan akan hasil produksi, sehingga timbul persaingan di bidang industri. Dalam bidang industri yang memproduksi komponen-komponen mesin, tidak akan terlepas dari proses pelapisan atau disebut proses Elektroplating. Sedangkan produk berkualitas diperoleh dari adanya proses permesinan yang baik, dan salah satu yang perlu diperhatikan dalam hal ini adalah masa keawetan pada produk metalurgi tersebut. Proses pelapisan Tembaga, Nikel, dan Khromium merupakan salah satu proses akhir dari suatu pengerjaan logam yang banyak diterapkan dalam industri barang logam maupun industri permesinan. Proses pelapisan tersebut cukup luas penggunaannya dalam berbagai aplikasi, karena dapat meningkatkan tampak rupa dan perlindungan bagi logam dasar yang dilapisi dari pengaruh lingkungan.

Penelitian ini adalah pelapisan krom dengan metode elektroplating. Pelapisan krom menggunakan bahan dasar asam kromat, dan asam sulfat sebagai bahan pemicu arus, dengan perbandingan campuran yang tertentu. Temperatur pelapisan bervariasi antara 35 °C sampai 60 °C dengan besar perbandingan rapat arus 4 A/cm<sup>2</sup> sampai 8 A/cm<sup>2</sup>. Elektroda yang digunakan pada pelapisan krom ini adalah timah (Sn) sebagai anoda (kutub positif) dan benda yang akan dilapisi sebagai katoda (kutub negatif). Jarak antara elektroda tersebut antara 9 cm sampai 29 cm. Sumber listrik yang digunakan adalah arus searah antara 10 - 25 Volt, atau bisa juga menggunakan aki mobil (Amstead, B. H, dkk., 1989).

Penelitian tentang pelapisan krom pada baja AISI 1045 dengan metode elektroplating sebelumnya pernah dilakukan oleh mahasiswa teknik mesin universitas negeri jember atas Nama Tri Sunar Putra Nur Cahyo, penelitian oleh saudara Tri Sunar Putra Nur Cahyo mendapatkan data tentang tingkat kekerasan, keausan, dan struktur mikro dari baja AISI 1045 setelah melalui proses pelapisan krom tanpa dibandingkan dengan bahan lain.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kekerasan, keausan dan struktur mikro dari baja AISI 1045 setelah melalui proses pelapisan krom dengan metode elektroplating, hasil yang di dapat dari penelitian tersebut akan di bandingkan dengan bahan rem cakram motor yang umum di pakai oleh pabrik. Dari permasalahan tersebut dilakukan penelitian dengan judul **Peningkatan Sifat Mekanik Baja Aisi 1045 Dengan Pelapisan Electroplating Sebagai Bahan Pembuat Disc Brake Pada Motor.**

### **1.2 Perumusan Masalah**

Adapun perumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh waktu pelapisan terhadap nilai kekerasan pada hasil pelapisan baja karbon menengah AISI 1045.
2. Bagaimana pengaruh waktu pelapisan terhadap hasil ketebalan lapisan hasil pelapisan baja karbon menengah AISI 1045.
3. Bagaimana pengaruh waktu pelapisan terhadap nilai laju keausan pada hasil pelapisan baja karbon menengah AISI 1045.
4. Berapakah waktu dan rapat arus berapakah terjadi pelapisan yang baik pada baja karbon menengah AISI 1045.

### **1.3 Batasan Masalah**

Pada penelitian ini, hanya dibatasi atau mencakup pembahasan sebagai berikut:

1. Penggunaan material logam Baja Karbon Menengah (AISI 1045) untuk proses pelapisan.
2. Penggunaan larutan khromat ( $\text{CrO}_3$ ), Asam Sulfat Pekat, Katalis Krom (WR-1), dan aquades sebagai pelarut.
3. Waktu untuk proses perendaman logam Baja Karbon Menengah ( AISI 1045)
4. Tidak membahas tentang perbandingan konsentrasi larutan.

#### 1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui terjadinya proses pelapisan pada logam, dan mengetahui struktur mikro yang terjadi pada logam baja karbon menengah AISI 1045.
2. Mengetahui hasil uji kekerasan material pada baja karbon menengah AISI 1045 dari proses pelapisan.
3. Mengetahui laju keausan baja karbon menengah AISI 1045 pada hasil pelapisan.

#### 1.5 Manfaat

Dengan adanya penelitian mengenai pengaruh proses pelapisan maka dapat diambil manfaat antara lain:

1. Dapat memperkirakan tebal pelapisan yang terjadi pada logam yang dilapisi.
2. Dapat menentukan langkah selanjutnya dalam melakukan perlindungan logam.
3. Dapat menambah ilmu pengetahuan mengenai proses elektroplating yang terjadi pada material baja karbon menengah.
4. Dapat mengendalikan laju keausan suatu bahan seminimal mungkin dengan mengkondisikan bahan yang dipakai.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Baja

Baja merupakan paduan yang terdiri dari besi dan karbon serta unsur lainnya. Karbon merupakan salah satu unsur yang penting karena dapat meningkatkan kekerasan dan keuletan baja. Pada industri, baja merupakan logam yang banyak digunakan baik dalam bentuk pelat, lembaran, pipa, batang, profil dan sebagainya.

#### 2.1.1 Stuktur Baja

Baja mempunyai banyak sifat, misalnya: kekuatan, kekerasan dan regangan. Adanya perbedaan sifat-sifat tersebut terutama karena zat arang yang dikandung baja tidak terpadu.



a. Besi Murni, b. 0.21 % C, c. 0.40% C, d. 0.62% C, e. 0.79% C, f. 1.41% C.

Gambar 2.1 Mikrofoto Paduan Besi-Karbon yang memperlihatkan penambahan karbon atas struktur logam.

Sumber: Amstean (1989).

Hal ini tidak hanya disebabkan intensitas zat arang melainkan cara mengadakan ikatan dengan besi yang dapat mempengaruhi sifat baja. Di dalam baja yang didinginkan secara lambat

menuju suhu ruangan, keadaan baja pada waktu pengiriman dari pabrik baja) dibedakan menjadi tiga bentuk utama kristal (Schonmetz, 1985).

- a. Ferrit yaitu kristal besi murni terletak rapat saling berdekatan tidak teratur, baik bentuk maupun besarnya. Ferrit merupakan bagian baja yang paling lunak. Ferrit murni tidak akan cocok digunakan sebagai bahan untuk benda kerja yang menahan beban karena kekuatan kecil.
- b. Karbida besi ( $Fe_3C$ ) suatu senyawa kimia antara besi dengan karbon sebagai unsur struktur tersendiri dinamakan sementit dan mengandung 6,7% karbon. Rumus kimianya  $Fe_3C$ . Terdapat tiga atom besi yang mengadakan ikatan dengan sebuah karbon menjadi sebuah molekul karbida besi. Dengan meningkatkan kandungan karbon maka kadar sementit akan semakin besar pula. Sementit dalam baja merupakan unsur yang paling keras ( $Fe_3C$  lebih keras 270 kali dari besi murni).
- c. Perlit, merupakan campuran erat antara ferrit dan sementit dengan kandungan zat arang sebesar 0,8%. Dalam struktur perlitis, semua kristal ferrit terdiri dari serpihan sementit halus yang memperoleh penempatan saling berdampingan dalam lapisan tipis mirip lamel.

Bila kadar karbon baja melampaui 0,20%, suhu di mana sifat ferrit mulai terbentuk dan mengendap dari austenit turun. Baja yang berkarbon 0,80% disebut baja eutektoid dan struktur terdiri dari 100% perlit. Titik eutektoid adalah suhu terendah dalam logam di mana terjadi perubahan dalam keadaan larut padat dan merupakan suhu keseimbangan terendah dimana austenit terurai menjadi ferrit dan sementit. Bila kadar karbon baja lebih besar dari pada eutektoid, perlu diamati garis pada diagram besi-karbida besi. Garis ini menyatakan suhu di mana karbida besi mulai memisah dari austenit. Karbida besi ini dengan rumus  $Fe_3C$  disebut sementit. Sementit sangat keras dan rapuh. Baja yang mengandung kadar karbon kurang dari eutektoid (0,80%) disebut baja *hipoeutektoid* dan baja yang mengandung kadar karbon lebih dari eutektoid disebut baja *hipereutektoid* (Amstead, 1989). Gambar 2.1. Mikrofoto paduan besi – karbon yang memperlihatkan efek pertambahan karbon atas struktur logam. A. Besi murni; B. 0,21% C; C. 0,40% C; D. 0,62% C; E. 0,79% C; F. 1,41% C (Amstead, 1989). Dalam penggunaan baja baik itu pada bidang konstruksi, permesinan dan kerajinan sebagai komponen permesinan dan konstruksi seringkali mengalami kerusakan sebelum waktu yang diperhitungkan. Di antara sebab kerusakan logam tersebut adalah karena terkorosi.

### 2.1.2 Klasifikasi Baja

Secara garis besar baja dikelompokkan menjadi :

#### a. Baja karbon.

Baja karbon adalah paduan besi karbon di mana unsur karbonnya sangat menentukan sifatnya, sedang unsur paduan lainnya yang biasa terkandung di dalam baja karena proses pembuatannya. Secara umum baja karbon diklasifikasikan menjadi tiga golongan yaitu (Sulistijono, 2003) :

1. Baja karbon rendah ( $< 0,3\% C$ ), tidak dapat dikeraskan karena kandungan karbonnya tidak cukup untuk membentuk martensit. Penggunaannya sebagai bahan konstruksi kapal, konstruksi kendaraan bermotor dan sebagainya,
2. Baja karbon sedang ( $0,3-0,7\% C$ ), lebih keras dan lebih kuat dibandingkan dengan baja karbon rendah. Penggunaannya hampir sama dengan baja karbon rendah,
3. Baja karbon tinggi ( $> 0,7\% C$ ), memiliki kekerasan tinggi namun keuletannya lebih rendah. Penggunaannya untuk per, perkakas potong dan sebagainya.

#### b. Baja paduan.

Baja paduan adalah baja yang mengandung unsur-unsur tertentu di dalamnya agar didapatkan kualitas yang bagus dan unsur-unsur tersebut kadarnya lebih rendah. Unsur yang terdapat pada baja rendah unsur paduannya di bawah 10 % dan baja paduan tinggi atau baja khusus unsur paduannya di atas 10 %. Baja paduan rendah mengandung unsur-unsur paduan sebagai elemen tambahan pada besi dan karbon. Unsur-unsur paduan tersebut dapat berupa mangan (Mn), nikel (Ni), kromium (Cr), molibden (Mo), silikon (Si) dan lainlain. 8 Sifat baja paduan tergantung pada unsur paduan yang dikandungnya.

### 2.1.3 Baja AISI 1045

#### a. Klasifikasi baja AISI 1045

Baja dengan kadar karbon medium mempunyai sifat mampu tempa, *cold drawing*, *machining*, *heat treating* (termasuk *flame hardening*) serta mempunyai sifat ketahanan terhadap aus yang baik dengan melalui perlakuan *flame* atau *induction hardening*. Baja ini merupakan salah satu bahan untuk pembuatan kapak, baut, poros, *machinery parts*, *lightly*



*stressed gears, pinions forming dies, hydraulic shafting, pump shafts, piston rods* dan lain-lain. Berikut merupakan komposisi kimia dari baja AISI 1045 :

Tabel 2.1 Komposisi (% berat) Baja AISI 1045

Kandungan Unsur	% Berat
C	0.42 – 0.50
Mn	0.50 – 0.80
Si	Maks. 0.40
S	Maks. 0.040
Cr+Mo+Ni	Maks. 0.63

Material baja AISI 1045 memiliki sifat mekanik sebagai berikut :

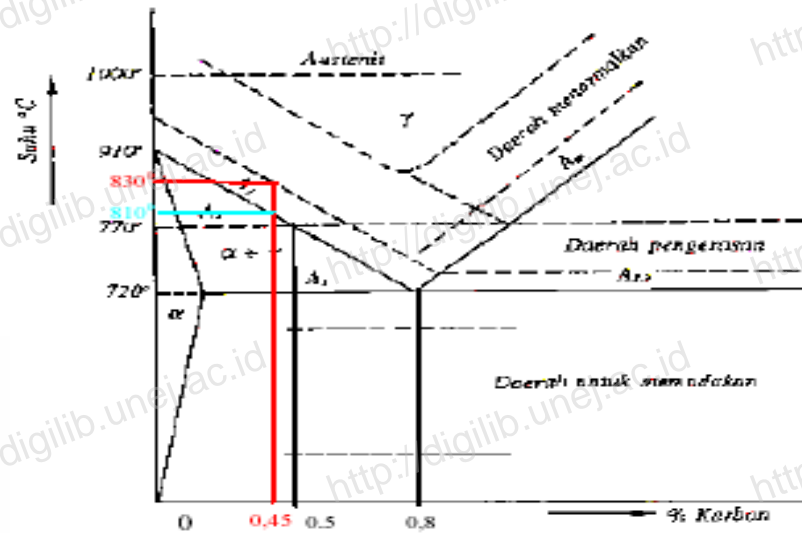
Tabel 2.2 Sifat-Sifat Mekanik Baja AISI 1045

Kekuatan Tarik, $\sigma_u$	580 kg/mm <sup>2</sup>
Kekuatan Luluh, $\sigma_y$	305 kg/mm <sup>2</sup>
Perpanjangan ( <i>elongation</i> )	16 %

b. Diagram Fe-Fe<sub>3</sub>C pada baja AISI 1045

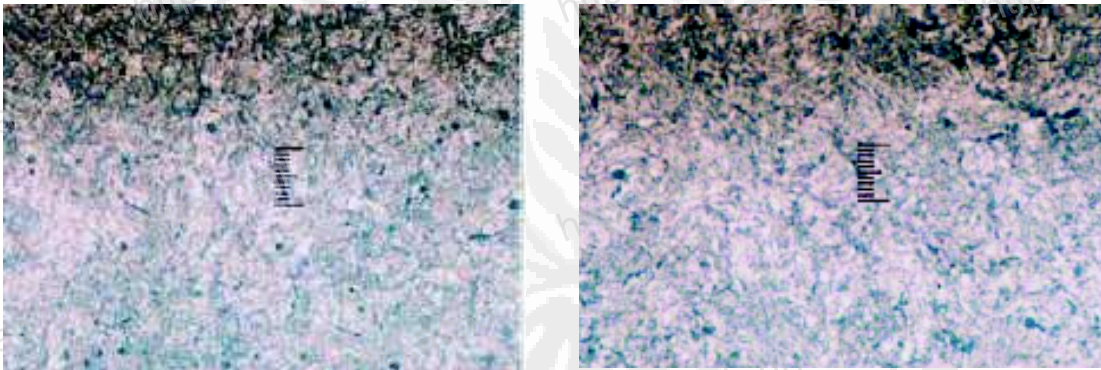
Diagram kesetimbangan fasa Fe-Fe<sub>3</sub>C adalah alat penting untuk memahami struktur mikro dan sifat-sifat baja karbon, suatu jenis logam paduan besi (Fe) dan karbon (C). Karbon larut di dalam besi dalam bentuk larutan padat (*solid solution*) hingga 0,05% berat pada temperatur ruang. Baja dengan atom karbon terlarut hingga jumlah tersebut memiliki *alpha ferrite* pada temperatur ruang. Pada kadar karbon lebih dari 0,05% akan terbentuk endapan karbon dalam bentuk *hard intermetallic stoichiometric compound* (Fe<sub>3</sub>C) yang dikenal sebagai cementite atau carbide. Selain larutan padat *alpha-ferrite* yang dalam kesetimbangan dapat ditemukan pada temperatur ruang terdapat fase-fase penting lainnya, yaitu *delta-ferrite* dan *gamma-austenite*.

Logam Fe bersifat polymorphism yaitu memiliki struktur kristal berbeda pada temperatur berbeda. Pada Fe murni, misalnya, *alpha-ferrite* akan berubah menjadi *gamma-austenite* saat dipanaskan melewati temperature 910°C. Pada temperatur yang lebih tinggi, mendekati 1400°C *gamma-austenite* akan kembali berubah menjadi *delta-ferrite*. (*Alpha dan Delta*) Ferrite dalam hal ini memiliki struktur kristal BCC sedangkan (*Gamma*) *Austenite* memiliki struktur kristal FCC. (Saptono, 2008).



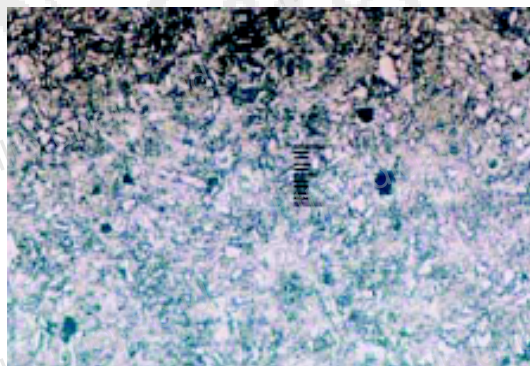
Gambar 2.2 Diagram Baja Karbon Rendah AISI 1045

Sumber : Wibowo Tri B (2006).



(a)

(b)



(c)

Gambar 2.3 Struktur Mikro Baja AISI 1045 Pengulangan 3 x dengan pembesaran 500 x, Etna  $\text{HNO}_3$ .

$T_\gamma = 850^\circ \text{C}$ ,  $t_\gamma = 71$  Menit.

Sumber : Nugroho Sri *et al.* (2005)

## 2.2 Pelapisan

Korosi baja karbon adalah salah satu aksi elektrolitik di antara fase yang berbeda dari struktur baja. Pearlit terdiri dari lapisan-lapisan tipis ferrit dan cementite yang teratur dan berlapis-lapis. Ferrit adalah *anodic pada cementite*, sehingga ferrit akan berkarat dan lapisan cementite akan tertinggal. Untuk melindungi permukaan baja harus dilapisi dengan lapisan yang tidak tembus yang akan membentuk perlindungan melawan suatu elektrolit yang berhubungan dengan permukaan. Dengan catatan, permukaan yang akan dilapisi harus betul-betul bersih dan tanpa karat.

### 2.2.1 Jenis – jenis pelapisan

Terdapat berbagai cara untuk proses pelapisan tergantung jenis material dan bahan yang digunakan :

#### a. Pelapisan dengan cara di cat

Dipakai sebagai pelapis yang sangat umum untuk baja ringan, tidak hanya melindungi melawan korosi dan atmosfer, tetapi juga untuk mendapatkan warna yang menarik. Hasil maksimum akan didapat apabila pertama-tama baja dicelup phosphor.

Pecelupan pada asam fosfat, yang tidak hanya melepaskan karat akan tetapi juga melapisi permukaan baja dengan permukaan yang sedikit kasar dan padat akan besi fosfat. Hal ini menghasilkan pelindung melawan korosi dan juga sebagai cara pengecatan yang terbaik di samping sebagai pelapis dasar untuk cat.

#### b. Pelapisan permukaan dengan logam-logam lain

Lapisan tipis dari logam yang tahan korosi yang dapat dilakukan pada logam kurang tahan korosi dengan maksud melindunginya. Tujuannya adalah membuat penghalang melawan elektrolit atau korosi atmosfer, tetapi harus diingat bahwa seng dan aluminium akan sebagai '*pelindung berkorban*' melapisi logam dari kerusakan, adanya kerusakan tersebut mempercepat terjadinya korosi.

#### c. Sherardising

Adalah proses '*cementation*', serupa dengan prinsip pengkarbonan. Komponen baja dipanaskan dalam drum yang berputar yang berisi partikel seng pada  $\sim 370^{\circ}\text{C}$ . Lapisan seng yang tipis akan tetapi merata terdapat pada permukaan komponen. Hal seperti

ini adalah metode yang cocok diperlakukan bagi mur dan baut, karena ulir menjadi seret pada galvanizing yang biasa.

d. Elektroplating (penyepuhan)

Adalah melapisi logam pada permukaan logam. Emas, Perak, Nikel, Chromium, Timah, Seng, beberapa paduan lain yang dapat dilapiskan dengan proses ini. Elektroplating sesungguhnya adalah proses yang terbilang mahal, akan tetapi akan memberikan lapisan permukaan yang sangat merata dengan kualitas yang tinggi, karena kontrol yang teliti dapat dilakukan pada semua tingkatan proses.

e. Dilapisi dengan lapisan oksid

Dalam beberapa hal, lapisan oksid yang terbentuk pada permukaan logam sangat padat dan amat rapat dan juga melindungi logam di bawahnya dari oksidasi berikutnya. 'Warna biru' yang timbul pada baja karbon selama tempering adalah lapisan oksid yang menjadi pelapis melawan korosi.

f. Anodising

Cocok dipergunakan pada paduan aluminium, dengan tujuan memberikan tambahan pelindung melawan korosi. Lapisan oksid yang sudah ada pada permukaan bahan tersebut betul-betul mencegah oksidasi berikutnya dan dalam proses anodizing lapisan tersebut dengan membuat semacam anoda pada bak elektrolit. Arus dilewatkan pada bak, atau oksigen dilepaskan dari permukaan anoda, dan akan segera bergabung dengan aluminium, mempertebal lapisan oksid yang sudah ada. Karena aluminium oksid (*alumina*) sangat keras dan berdaya tahan di samping cukup tebal, memungkinkan untuk dicat dengan warna yang menarik.

### 2.2.2 Elektroplating

Elektroplating merupakan suatu proses yang digunakan untuk memanipulasi sifat suatu substrat dengan cara melapisinya dengan logam lain. Oksidan elektroplating terbentuk di permukaan hasil pelapisan dan dapat menahan korosi (kekusaman, air, dan olie). Ketebalan lapisan ini adalah 0,005 man (0,5 mm) dan dapat menahan pengaruh kimia dari gas, alkali, asam, dan garam, kecuali asam sulfat, asam klorida, dan asam halogen.

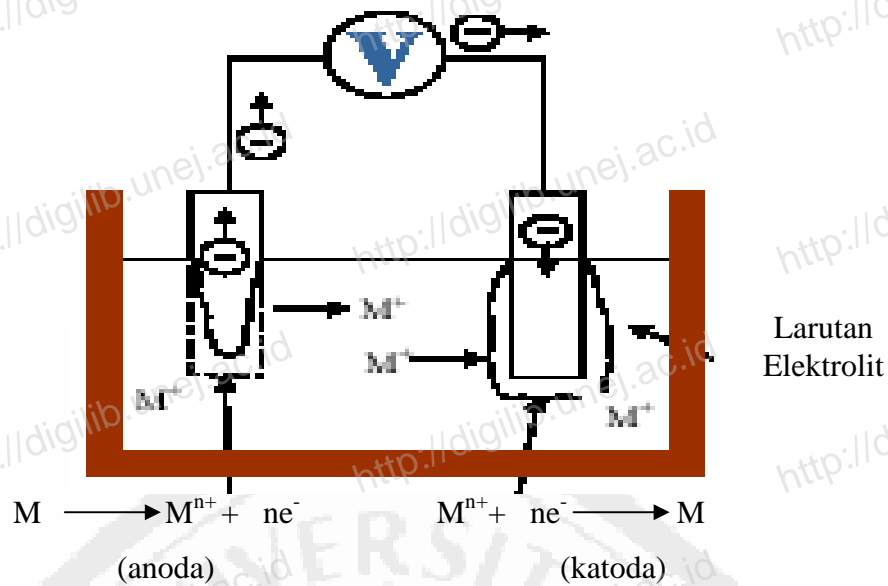
Proses elektroplating banyak dibutuhkan oleh industri penghasil benda logam, di antaranya industri komponen elektronika, peralatan listrik, peralatan olah-raga, peralatan

dapur, baik untuk tujuan dekorasi yang menampilkan keindahan warna serta rupa maupun aplikasi teknologi dan sebagainya.

Elektroplating adalah elektrodeposisi pelapis/coating logam yang melekat ke elektroda untuk menjaga subtract dengan memberikan permukaan dengan sifat dan dimensi berbeda daripada logam basisnya tersebut (Hartomo. A. J. 1984).

a. Elektrolit

Elektrolit adalah suatu zat yang larut atau terurai ke dalam bentuk ion-ion dan larutan. Larutan adalah campuran homogen yang terdiri dari dua atau lebih zat. Zat yang jumlahnya lebih sedikit di dalam larutan disebut (zat) terlarut atau solut, sedangkan zat yang jumlahnya lebih banyak daripada zat-zat lain dalam larutan disebut pelarut atau solven. Komposisi zat terlarut dan pelarut dalam larutan dinyatakan dalam *konsentrasi* larutan, sedangkan proses pencampuran zat terlarut dan pelarut membentuk larutan disebut *pelarutan* atau *solvasi* menjadi konduktor elektrik. Konduktor elektrik adalah material yang dapat menghantarkan arus listrik dengan mudah. ion-ion merupakan atom -atom bermuatan elektrik. Elektrolit bisa berupa air, asam, basa atau berupa senyawa kimia lainnya. Elektrolit umumnya berbentuk asam, basa atau garam. Beberapa gas tertentu dapat berfungsi sebagai elektrolit pada kondisi tertentu misalnya pada suhu tinggi atau tekanan rendah. Elektrolit kuat identik dengan asam, basa, dan garam kuat. Elektrolit merupakan senyawa yang berikatan ion dan kovalen polar. Sebagian besar senyawa yang berikatan ion merupakan elektrolit sebagai contoh ikatan ion NaCl yang merupakan salah satu jenis garam yakni garam dapur. NaCl dapat menjadi elektrolit dalam bentuk larutan dan lelehan. atau bentuk liquid dan aqueous. sedangkan dalam bentuk solid atau padatan senyawa ion tidak dapat berfungsi sebagai elektrolit.



Gambar 2.4 Proses pelapisan Baja karbon rendah AISI 1045  
 Sumber : Percobaan *Nernst* (Trethewey, 1991).

#### b. Anoda

Anoda adalah konduktor yang digunakan untuk bersentuhan dengan bagian atau media non-logam dari sebuah sirkuit. Bisa berupa logam maupun penghantar listrik lain, pada sel elektrokimia yang terpolarisasi jika arus listrik mengalir ke dalamnya. Arus listrik mengalir berlawanan dengan arah pergerakan elektron. Pada proses elektro kimia baik sel galvanik maupun sel elektrolisis, anoda mengalami oksidasi (Bagong, 2009).

#### c. Katoda

Katoda adalah elektroda dalam sel elektrokimia yang terpolarisasi jika arus listrik mengalir keluar darinya. Pada baterai biasa (Baterai Karbon-Seng), yang menjadi katoda adalah seng, yang juga menjadi pembungkus baterai. Sedangkan, pada baterai alkalin, yang menjadi katoda adalah mangan dioksida ( $MnO_2$ ) (Bagong, 2009).

### 2.2.3 Proses pelapisan

#### a. Secara umum

Proses pelapisan timah, tembaga, nikel, dan kromium adalah salah satu proses akhir dari proses pengerjaan logam yang banyak diterapkan dalam industri barang-barang logam maupun industri permesinan. Proses pelapisan tersebut cukup luas penggunaannya untuk berbagai aplikasi, karena selain untuk meningkatkan tampak rupa serta perlindungan bagi

logam dasar yang dilapisi dari pengaruh lingkungannya juga akan menambah sifat-sifat logam menurut aspek-aspek teknologi yang diinginkan.

Proses lapis listrik dari tiga macam logam tersebut, merupakan proses pelapisan logam di dalam media elektrolit cair dengan bantuan arus listrik searah. Oleh karena itu logam yang akan dilapisi oleh logam lain tersebut harus mempunyai sifat konduktor dan proses ini termasuk juga ke dalam proses yang secara umum disebut sebagai *proses elektrolisa*.

#### Pengaruh Kondisi Operasi Terhadap Pelapisan

Baik buruknya suatu proses pelapisan yang dilakukan tergantung dari kondisi operasinya.

##### 1. Pengaruh Adanya Pengotor

Kandungan logam pengotor yang terdapat pada larutan, penting untuk diperhatikan. Karena akan mempengaruhi kondisi yang terjadi pada operasi pelapisan.

##### 2. Pengaruh Temperatur

Temperatur merupakan sarana untuk memudahkan terjadinya reaksi dalam larutan elektrolit krom, dan selama proses elektrolisis berlangsung akan terjadi panas. Oleh karena itu peralatan pemanas sebagai alat pembantu sering dikontrol untuk menentukan kapan alat tersebut digunakan.

##### 3. Anoda

Fungsi anoda dalam pelapisan krom adalah sebagai penghubung. Selama proses berlangsung, permukaan anoda akan dilapisi oleh suatu lapisan tipis dari timbal (Pb) peroxida yang akan mengoksidasi  $\text{CrO}_3$ .

##### 4. Pengaruh pH

Larutan elektrolit nikel dari Watts mempunyai batasan pH yang diijinkan agar proses tersebut berlangsung baik, berkisar antara 1,5 – 5,2. Untuk menjaga agar konsumsi pH dalam larutan tersebut, maka ditambahkan sejumlah kecil larutan asam sulfat murni.

### 5. Pengaruh Rapat Arus

Rapat arus mempengaruhi efisiensi pelapisan, polarisasi, reaksi reduksi-oksidasi dan difusi. Untuk mendapatkan rapat arus yang sesuai dapat dicoba pada alat test yang disebut Hull Cell.

### 6. Pengaruh Pengadukan Larutan

Dengan adanya pengadukan terhadap larutan tersebut juga dapat membantu keaktifan ion-ion nikel untuk cepat menempel pada permukaan katoda, karena kemungkinan di sekeliling katoda terbentuk semacam lapisan tipis yang mungkin menghalangi laju pengendapan dari ion-ion nikel

#### b. proses pelapisan tembaga

proses pelapisan tembaga pada mulanya dengan cara memasukan logam besi ke dalam larutan asam sulfat tanpa menggunakan arus listrik saat itulah pelapisan tembaga terus berkembang. Lapisan tembaga dengan menggunakan arus listrik baru dikenalkan dengan menggunakan larutan elektrolit tembaga sulfat Sedangkan penggunaan larutan elektrolit tembaga sianida mencoba melakukan pelapisan paduan antara tembaga dan perak dalam larutan sianida.

Tembaga mempunyai dua macam senyawa :

#### 1. Kupro atau tembaga Satu

Hanya larut air bila terkompleks oleh ligan seperti sianida, amoniak, khlorida, atau asetronitil.

#### 2. Kupri atau tembaga dua Stabil pada larutan berair

Karena sifatnya yang elektropositif (mulia), tembaga mudah diendapkan oleh logam yang deret daya gerak listriknya lebih tinggi semisal besi atau seng.

Plating tembaga mudah dilakukan, yang terpenting mencegah agar tidak terjadi deposit-celup pada logam kurang mulia ( $\text{Cu}^{2+} + \text{M} \rightarrow \text{Cu}^0 + \text{M}^{2+}$ ), karena tidak melekat baik atau membubuk. Caranya dengan mengurangi aktivitasnya, yaitu mengkomplekskannya, misalnya memakai sianida. Logam tembaga memang mudah diplatkan, mudah pula mengontrol larutannya. Bak larutan plating tembaga memiliki daya input besar, juga bagus daya lontarnya. Tembaga relative murah, di bidang plating hanya lebih murah dari padanya. Besi dan timbel juga murah tetapi tak lazim dipakai untuk plating.



Tembaga juga harus sebagai lapisan dasar sebelum plating, demikian pula sifat fisik dan kimia tembaga amat sangat baik dan bermanfaat karena hantar listrik hanya kalah oleh perak. Tembaga juga relative inert terhadap berbagai larutan plating, maka logam basis yang mudah diserang larutan tersebut dapat terlindung bila di plat tembaga terlebih dahulu, karena tembaga secara elektrokimia, berat terplat tiap satuan listriknya cukup baik dan besar. Jadi lebih irit arus bila dibandingkan nikel dan chrom.

Bak plating tembaga yang populer adalah jenis sianida, asam sulfat atau fluoborat, serta bak kompleks pirofostat.

Tabel: 2.3 Jenis Wadah Pelapisan

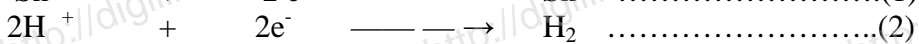
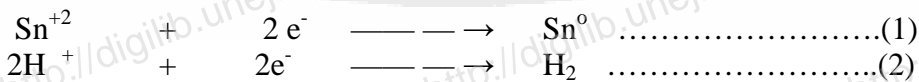
<b>Ciri Operasi Bak Sianida</b>			
	Strike	“Rochelle”	Efisiensi Tinggi
Rapat arus katoda (A/m <sup>2</sup> )	100 – 300	150 – 600	100 – 1000
Rapat arus anoda (A/m <sup>2</sup> )	100	300	500
Suhu °C	50 – 63	55 – 70	63 – 82
Tebal (micron)	2,5	13	25 lebih

Sumber : Garleman F.T (1984).

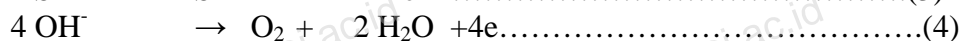
### 2.2.4 Proses pelapisan timah

Proses pelapisan timah telah dimulai semenjak ±140 tahun dan terus berkembang dengan berbagai modifikasi. Larutan elektroit timah yang banyak digunakan saat ini adalah hasil dari modifikasi, di mana garam natrium khlorida diganti dengan nikel khlorida.

Dalam suatu proses elektrolisa timah terjadi reaksi pada katoda, yaitu proses reduksi dari ion-ion timah dengan electron-elektron yang berasal dari sumber arus searah. Reaksinya adalah:



Dan sebaliknya pada anoda terjadi reaksi:



Perpindahan elektron pada anoda ke katoda akan selalu sama dan dalam hal ini reaksi pada anoda adalah berkurangnya electron-elektron yang akan mengakibatkan berkaratnya logam di permukaan anoda sehingga terlarut menjadi ion-ion logam.


Dalam permukaan katoda terjadi penetralan ion-ion timah oleh muatan positif dari ion hidrogen sehingga gas hidrogen terbentuk dan terurai di permukaan, efisiensi pelapisan cenderung berkurang karena pH akan terus naik. Maka untuk mengatasi hal ini ditambahkan asam sulfat dengan jumlah tertentu yang tujuannya menurunkan pH hingga mencapai pH operasi.

a. Timah

Logam timah termasuk logam bukan besi, dan mempunyai berat jenis  $8,908 \text{ gr/cm}^3$ . Logam timah mempunyai nomor atom 50. Logam timah sangat berharga dalam bidang teknik dan mempunyai warna abu - abu. Biasanya dipakai oleh industri kimia, elektronik lainnya. Untuk lebih jelasnya bisa lihat tabel dibawah ini :

The image shows a standard periodic table of elements, color-coded by groups. The title is 'Periodic Table of the Elements'. The table includes elements from Hydrogen (H) to Oganesson (Og). The legend at the top identifies various groups: Alkali Metals (blue), Alkaline Earth Metals (orange), Transition Metals (yellow), Lanthanide Series (green), Actinide Series (purple), and Noble Gases (pink). The table is organized into periods (rows) and groups (columns). The lanthanide and actinide series are shown as separate rows at the bottom of the table.

Tabel 2.4 sistem periodik unsur

Properti Atomik		Umum	
<u>Bobot atom</u>	118.710 <u>sma</u>	<u>Nama, Simbol, Nomor</u>	timah, Sn, 50
<u>Jari-jari atom</u>	145 (145) <u>pm</u>	<u>Seri kimia</u>	<u>logam miskin</u>
<u>Jari-jari kovalen</u>	141 pm	<u>Kelompok, Periode, Blok</u>	<u>14 (IVA), 5, p</u>
<u>Jari-jari van der Waals</u>	217 pm	<u>Densitas, Kekerasan</u>	7310 <u>kg/m<sup>3</sup></u> , 1.5
<u>Konfigurasi elektron</u>	[ <u>Kr</u> ]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>2</sup>	<u>Penampakan</u>	abu-abu keperakan mengkilap 
<u>Elektron per tingkat energi</u>	2, 8, 18, 18, 4		
<u>Bilangan oksidasi (Oksida)</u>	4,2 ( <u>amfoter</u> )		
<u>Struktur kristal</u>	Tetragonal		

Lain-lain	
<u>Elektronegativitas</u>	1.96 ( <u>Skala Pauling</u> )
<u>Kapasitas kalor spesifik</u>	228 <u>J/(kg*K)</u>
<u>Konduktivitas listrik</u>	9.17 10 <sup>6</sup> / <u>(m*ohm)</u>
<u>Konduktivitas kalor</u>	66.6 <u>W/(m*K)</u>
<u>potensial ionisasi pertama</u>	708.6 kJ/mol
<u>potensial ionisasi ke-2</u>	1411.8 kJ/mol

Ciri-Ciri Fisik	
<u>Keadaan benda</u>	Padat
<u>Titik lebur</u>	505.08 <u>K</u> (449.47 ° <u>F</u> )
<u>Titik didih</u>	2875 K (4716 ° <u>F</u> )
<u>Volume molar</u>	16.29 ×10 <sup>-6</sup> <u>m<sup>3</sup>/mol</u>
<u>Kalor penguapan</u>	295.8 <u>kJ/mol</u>
<u>Kalor peleburan</u>	7.029 kJ/mol
<u>Tekanan uap</u>	5.78 <u>E-21 Pa</u> at 505 K
<u>Kecepatan suara</u>	2500 <u>m/s</u> pada 293.15 K

Tabel 2.5 karakteristik timah sumber: wikipedia

b. Larutan elektrolit pelapisan timah

Saat ini banyak larutan untuk pelapisan timah berdasarkan larutan Watts, dengan komposisi sebagai berikut:

Tabel 2.5 Konsentrasi dan kondisi elektrolit timah

	Larutan Encer gr/L	Larutan Pekat gr/L
Kromat ( $\text{CrO}_3$ )	225-250	360-400
Asam Sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )	2,2-2,5	3,6-4
Be pada $66^\circ\text{C}$	19,7-21,3	28,9-31,44

Sumber :I. Necky (1984).

Larutan tadi kemudian dimodifikasi lagi, misal karena lebih murah, mengganti nikel khlorida dengan garam dapur, dan menambah perbandingan kualitasnya sehingga larutan Watts kemudian bervariasi.

Nikel sulfat merupakan sumber ion nikel untuk pengendapan listrik, karena garam ini mudah larut dalam air dan murah serta mudah didapat, serta merupakan sumber yang menghasilkan bukan kompleks.

Dalam larutan pelapisan timah, aktivitas ion-ion nikel tergantung pada konsentrasi garam nikel, derajat disosiasinya serta sifat dan konsentrasi komponen lain yang terdapat bersama-sama dalam larutan.

1. Ion Khlorida

Ion Khlorida berfungsi untuk menambah kelarutan anoda nikel atau mempercepat pengkorosi anoda nikel di samping mempertinggi koefisien difusi ion-ion nikel sehingga bisa mempercepat pengendapan nikel. Asam borat dipakai dalam proses Watts sebagai buffer, yaitu untuk menjaga pH larutan supaya tetap pada pH 4 karena pelapisan nikel pada umumnya beroperasi pada pH ini.

2. Larutan Watts

Larutan Watts ini dapat pula dipakai untuk memperoleh ekerasan pada lapisan yang dibutuhkan untuk keperluan industri. Efek kekerasan ini diperoleh dengan penambahan ion ammonium karena dapat merubah struktur endapan nikel.

### 3. Larutan Nikel Sulfomat

Larutan Nikel Sulfomat dipakai untuk elektro forming yaitu untuk cetakan piringan hitam, karena mempunyai sifat pengendapan nikel yang tinggi serta hasil endapan mempunyai "STRESS" yang rendah, akan tetapi kekurangannya adalah elektrolit sulfomat mempunyai harga yang relatif rendah dari larutan nikel lainnya.

### 4. Larutan Nikel Fluoborat

Larutan Nikel Fluoborat dipakai untuk keperluan elektro forming karena mempunyai sifat keuletan "DUCTILITY" yang baik, di samping tegangan tarik yang rendah, juga mempunyai sifat konduktivitas yang cukup baik.

## 2.3 Disc brake sepeda motor

Rem (Brakes) merupakan suatu komponen penting dalam sebuah kendaraan yang berfungsi untuk menghentikan atau menghambat laju putaran roda atau kendaraan. Ditinjau dari kondisi sistem kerja yang demikian maka pemilihan material dan proses pembentukan dalam proses produksi cakram rem sangatlah penting, dimana material harus dapat memenuhi syarat-syarat diantaranya: mampu menahan beban, keuletan, kekuatan dan tahan aus. Rancangan disc bervariasi. Beberapa yang cukup padat besi cor, cekung dengan sirip atau baling-baling bergabung bersama dua permukaan yang kontak's disk (biasanya dimasukkan sebagai bagian dari proses casting). Ini "ventilasi" membantu desain disc untuk menghilangkan panas yang dihasilkan dan umumnya digunakan pada cakram depan lebih-berat-load. Rem depan menyediakan sebagian besar tenaga pengereman.

Bahan yang akan digunakan pada proses produksi cakram rem adalah baja paduan rendah dengan standar AISI 1045, JIS S45C, BS060A45, 100 (Kg/mm<sup>2</sup>), serta mengandung HDIN C45 dengan mempunyai unsur paduan antara lain: Carbon (0.40-0.45%), Phospor (<0.04%), Silikon (0.20-0.35%), Mangan (0.755-1%). Sulphur (<0.04%), Chromium (0.25-0.80%), Molybdenum (0.15- 0.25%) (Ary Subagya, 2003)

Disk brake juga mempunyai ciri – ciri (Ary Subagya, 2003 )

- a. Disc brake rotor memiliki komposisi besi cor kelabu, ditandai dalam kata komposisi terdiri dari antara 0,5 dan 1,2% menurut beratnya tembaga, dan pluralitas keras membentuk karbida logam termasuk vanadium dan titanium, perbandingan antara berat tembaga hadir dan berat total kata karbida logam yang keras membentuk 1,8-3 unit tembaga untuk 1 unit satu atau lebih keras membentuk karbida logam.
- b. Disc brake motor menurut klaim 1, dicirikan dalam bahwa karbida logam keras membentuk juga mencakup satu atau lebih dari tungsten ,molybdenum ,kromium , dan niobium.
- c. Sebuah disc brake motor sesuai dengan salah satu klaim 1 dan 2, ditandai dalam berat yang hadir dalam komposisi vanadium kurang dari atau sama dengan satu setengah dari berat tembaga ini ditambahkan ke 20 kali berat saat ininitanium.
- d. Sebuah disc brake motor menurut salah seorang dari klaim 1 hingga 3, dicirikan dalam bahwa setara karbon dari komposisi adalah antara 4,2 dan 4,55.
- e. Sebuah disc brake motor sesuai dengan salah satu klaim 1 sampai 4, dicirikandalam bahwa konten titanium dari komposisi adalah antara 0,025 dan 0,035% berat.
- f. Sebuah disc brake motor sesuai dengan salah satu klaim 1 sampai 5, dicirikan dalam bahwa konten vanadium dari komposisi adalah antara 0,35 dan 0,45 % wt. Sebuah disc brake rotor sesuai dengan salah satu klaim 1-6, dicirikan dalam bahwa konten tembaga dari komposisi adalah antara 0,7 dan 0,9% wt.

## BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Metode Penelitian

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah penelitian eksperimental, data yang di hasilkan banyak berupa grafik dan gambar.

### 3.2 Tempat dan waktu

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Desain dan Uji Bahan untuk pengujian struktur mikro Fakultas Teknik Mesin Universitas Jember dan Laboratorium Bahan Teknik Universitas Jember untuk pengujian kekerasan (*brinell*), dan pengujian Laju Keausan dilakukan di Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.

Kegiatan ini meliputi pengadaan bahan, pengukuran dimensi benda kerja, proses pelapisan, pengujian kekerasan (*brinell*), pengujian ketebalan hasil pelapisan, dan analisa Struktur Mikro. Pelaksanaan dilakukan pada bulan Juni sampai bulan Desember membutuhkan waktu kurang lebih 6 bulan.

### 3.3 Alat dan bahan

3.3.1 Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mesin Dinamo Motor.
- b. Mesin uji keausan *Riken Ogoshi's Universal Wear Testing Machine* dengan *maximum load* 12,72 kg.
- c. Uji Kekerasan (*brinell*).
- d. Perangkat listrik.
- e. Bak untuk media obat larutan (Berbahan Isolator).
- f. Alat kerja bangku (gergaji besi, jangka sorong, ragum tangan)
- g. Thermocopel.
- h. Kertas amplas nomor 100, 120, 180, 240, 320, 400,500, 600, 800, dan 1000

- i. Kain gosok halus
- j. Gelas Ukur.
- k. Sarung tangan.
- l. Foto mikro.

3.3.2 Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Discs brake sepeda motor
- b. Aquades
- c. Larutan Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ )
- d. Larutan Chromat ( $CrO_3$ )
- e. Larutan Katalis (WR-1)
- f. Timah (Sn) sebagai anoda
- g. Baja AISI 1045 adapun spesifikasi dari benda kerja (Leman, SA. 2004

<http://puslit.petra.ac.id/journals/mechanical>) [15 Maret 2008]. Adalah:

Tabel 3.1 ,Jenis : AISI 1045

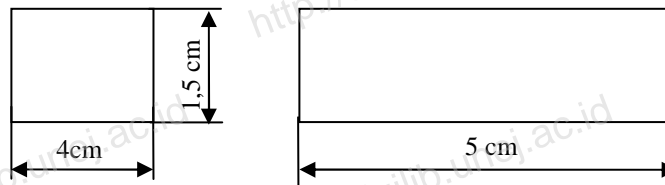
komposisi	carbon	mangan	silikon	chromium	nikel
persentase	0.44%	0.69%	0.02%	0.03%	0.05%

- Untuk benda kerja dengan Rapat Arus 5 Ampere/cm<sup>2</sup>.

Dimensi : Panjang = 5 cm

Lebar = 3 cm

Tinggi = 1,5 cm



Gambar 3.1 Benda kerja untuk proses pelapisan dengan variasi rapat arus 5 Ampere/cm<sup>2</sup>.



Untuk memperoleh rapat arus yang diinginkan specimen menggunakan panjang 5 cm, setelah proses pelapisan spesimen di potong menjadi dua sehingga ukuran panjang menjadi 3 cm.

### 3.4 Rancangan Penelitian

- Discs brake motor dipotong sesuai dengan panjang, lebar, dan tinggi baja AISI 1045 yang akan dilapisi krom yaitu 5cm X 3 cm
- Timah (Sn) dipotong sesuai dengan panjang, lebar, dan tinggi baja AISI 1045 yang akan dilapisi krom yaitu 5cm X 3 cm
- Untuk dapat menentukan berapa waktu yang dibutuhkan bila diinginkan suatu ketebalan lapisan tertentu, maka dapat ditentukan oleh rumus (Garleman F. T., 1984) yaitu:

$$T = \frac{F \cdot t \cdot 60}{c \cdot d} \dots\dots\dots (1)$$

Di mana :

- T = Waktu (menit)
- t = Ketebalan (mils)
- c.d = Rapat Arus (Ampere/cm<sup>2</sup>)
- F = Faktor untuk setiap logam berlainan

Harga F untuk

- Ni = 19.0
- Cr = 51.8
- Zn = 14.3
- Ag = 6.2

Untuk memperoleh rapat arus yang di perlukan :

$$\frac{I}{A} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

- I = Kuat Arus
- A = Luas Penampang

Untuk menentukan rapat arus yang digunakan pada penelitian ini maka diperoleh dengan penghitungan:

- Untuk spesimen dengan menggunakan rapat arus 5 Ampere/cm<sup>2</sup>:

Diketahui:  $p = 5 \text{ cm}$

$t = 1,5 \text{ cm}$

$l = 3 \text{ cm}$

$I = 75 \text{ ampere}$  ( batas maksimal dari dinamo motor yang digunakan)

Penyelesaian :

$$A = p \times l$$

$$A = 5 \text{ cm} \times 3 \text{ cm}$$

$$= 15 \text{ cm}^2$$

Maka rapat arus yang didapatkan:

$$\frac{75 \text{ Ampere}}{15 \text{ cm}^2} = 5 \text{ Ampere/ cm}^2$$

Titik di atas akan diisi hasil pelapisan yang terjadi pada bahan yang dilapisi. Suhu yang dipakai dalam proses ini tetapan yaitu 50<sup>0</sup>C.

Ditentukan nilai masing-masing variable:

$$T_1 = 15 \text{ menit}$$

$$T_2 = 25 \text{ menit}$$

$$T_3 = 35 \text{ menit}$$

d. Larutan yang di gunakan (menggunakan patokan air 1 liter = 1 kg) :

- Aquades = 1 liter
- Larutan Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ) = 2,5 gram/2,5mililiter
- Larutan Chomat ( $CrO_3$ ) = 250 gram/0,25 liter
- Larutan Katalis (WR-1) = 0,5 liter

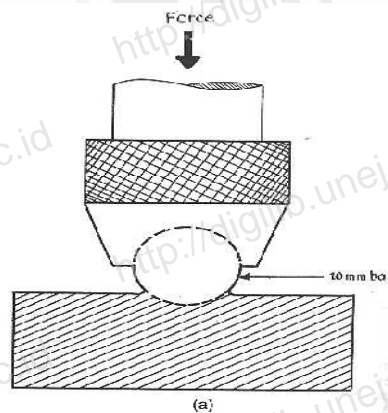
### 3.5 Pengujian material

#### 3.5.1 Uji kekerasan Brinell

Metode ini diperkenalkan pertama kali oleh J.A. Brinell pada tahun 1900. Pengujian beban dan waktu indentasi tertentu, sebagaimana ditunjukkan oleh Gambar 2.1. Hasil penekanan adalah jejak berbentuk lingkaran bulat, yang harus dihitung diameternya di bawah mikroskop khusus pengukur jejak. Contoh pengukuran hasil penjeakan diberikan oleh gambar 2.2. Pengukuran nilai kekerasan suatu material diberikan oleh rumus:

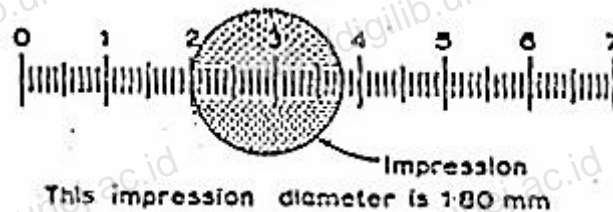
$$BHN = \frac{2P}{(\pi D)(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad (2.2)$$

dimana  $P$  adalah beban (kg),  $D$  diameter indenter (mm) dan  $d$  diameter jejak (mm).



**Gambar 3.1.** Skematis prinsip indentasi dengan metode Brinell

Uji Brinell biasanya banyak digunakan untuk material dengan kekerasan rendah hingga menengah. Uji Brinell tidak dipengaruhi oleh goresan dan kekasaran permukaan dibandingkan uji kekerasan yang lain. Di lain pihak, jejak Brinell yang besar ukurannya, dapat menghalangi pemakaian uji tersebut untuk benda uji yang kecil, atau pada bagian yang kritis terhadap tegangan, dimana lekukan yang terjadi dapat menyebabkan kegagalan (failure). Indentor yang sangat baik dalam pengujian ini adalah indentor tungsten karbida biasanya digunakan untuk material dengan kekerasan diatas 500 BHN yang berbentuk bulat dan mempunyai modulus elastisitas yang sangat tinggi, dan sifat deformasi yang rendah bila dibandingkan dengan bahan indentor dari baja



*Gambar 3.2. Hasil indentasi Brinell berupa jejak berbentuk lingkaran dengan ukuran diameter dalam skala mm.*

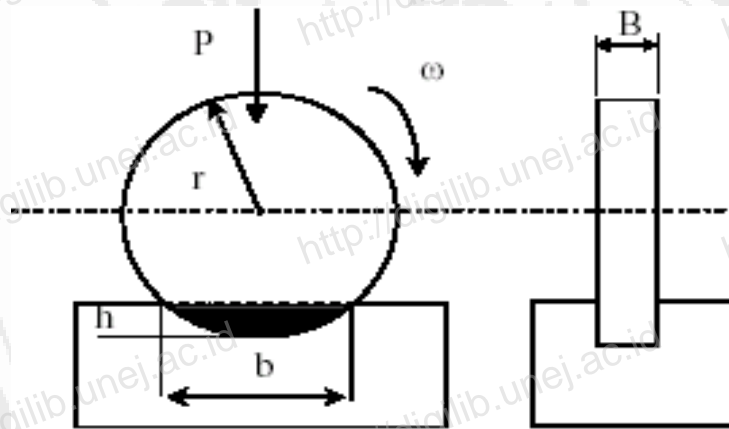
### 3.5.2 Pengujian Struktur Mikro yang menggunakan Mikroskop optik

Tujuan menggunakan mikroskop optik adalah untuk mengetahui ketebalan lapisan krom yang terjadi pada logam. Pengujian ini dilakukan di laboratorium design fakultas teknik universitas jember. Sebelum melakukan analisa, sampel harus melakukan beberapa tahapan antara lain pengamplasan, molting (bila diperlukan),

pemolesan dan proses etsa agar menghasilkan refleksi cahaya yang tidak sama antara butir yang satu dengan yang lainnya. Ketika cahaya yang direfleksikan pada lensa dari mikroskop, permukaan specimen terlihat terang, sedang apabila cahaya terhamburkan daerah pengamatan menjadi terlihat gelap. Proses pengamplasan dengan Kertas amplas nomor 100, 120, 180, 240, 320, 400, 500, 600, 800, dan 1000. Tahap berikutnya proses pemolesan Proses ini dilakukan dengan menggunakan serbuk alumina dengan grid 0,3 dan 0,1 mikron sampai spesimen mengkilap

### 3.5.3 Pengujian keausan pada bahan yang dilapisi.

$\omega$  = kecepatan putaran



Gambar 3.3 Pengujian keausan dengan metode Ogoshi.

Dengan B adalah tebal Revolving disc (mm), r jari-jari disc (mm), b lebar celah material yang terabrasi (mm) maka dapat diturunkan besarnya volume material yang terabrasi (W):

$$W = B \cdot b^3 / 12 r \quad \dots\dots\dots(4)$$

Laju keausan (V) dapat ditentukan sebagai perbandingan volume terabrasi (W) dengan jarak luncur x (seting pada mesin uji):

$$V = W / x = B.b^3 / 12 r.x \quad \dots\dots\dots(5)$$

### 3.6 Penyajian Data

Penyajian data dalam penelitian ini dilakukan dengan memasukkan data yang diperoleh dari penelitian dalam lembar pengamatan. Data yang diperoleh berupa hasil foto mikro, pengujian kekerasan, pengujian keausan. Lembar pengamatan data sebagai berikut:

Tabel 3.2 Lembar Pengamatan Uji Kekerasan proses pelapisan krom logam AISI 1045 Pada rapat arus 5 Ampere.

Waktu pelapisan	D	P	d	$\pi$	BHN
15 menit					
25 menit					
35 menit					

Tabel 3.3 Lembar Pengamatan Uji Kekerasan rem cakram tanpa perlakuan pelapisan

D	P	d	$\pi$	BHN

Tabel 3.4 Lembar Pengamatan Uji keausan proses pelapisan krom logm AISI 1045 Pada rapat arus 5 Ampere.

Waktu (Menit)	b rata- rata (mm)	$b^3$ (mm <sup>3</sup> )	r (mm)	B (mm)	W (mm <sup>3</sup> )	x (mm/Menit)	V (mm <sup>2</sup> /Menit)

Tabel 3.5 Lembar Pengamatan Uji keausan rem cakram tanpa perlakuan pelapisan

b rata- rata (mm)	$b^3$ (mm <sup>3</sup> )	r (mm)	B (mm)	W (mm <sup>3</sup> )	x (mm/Menit)	V (mm <sup>2</sup> /Menit)

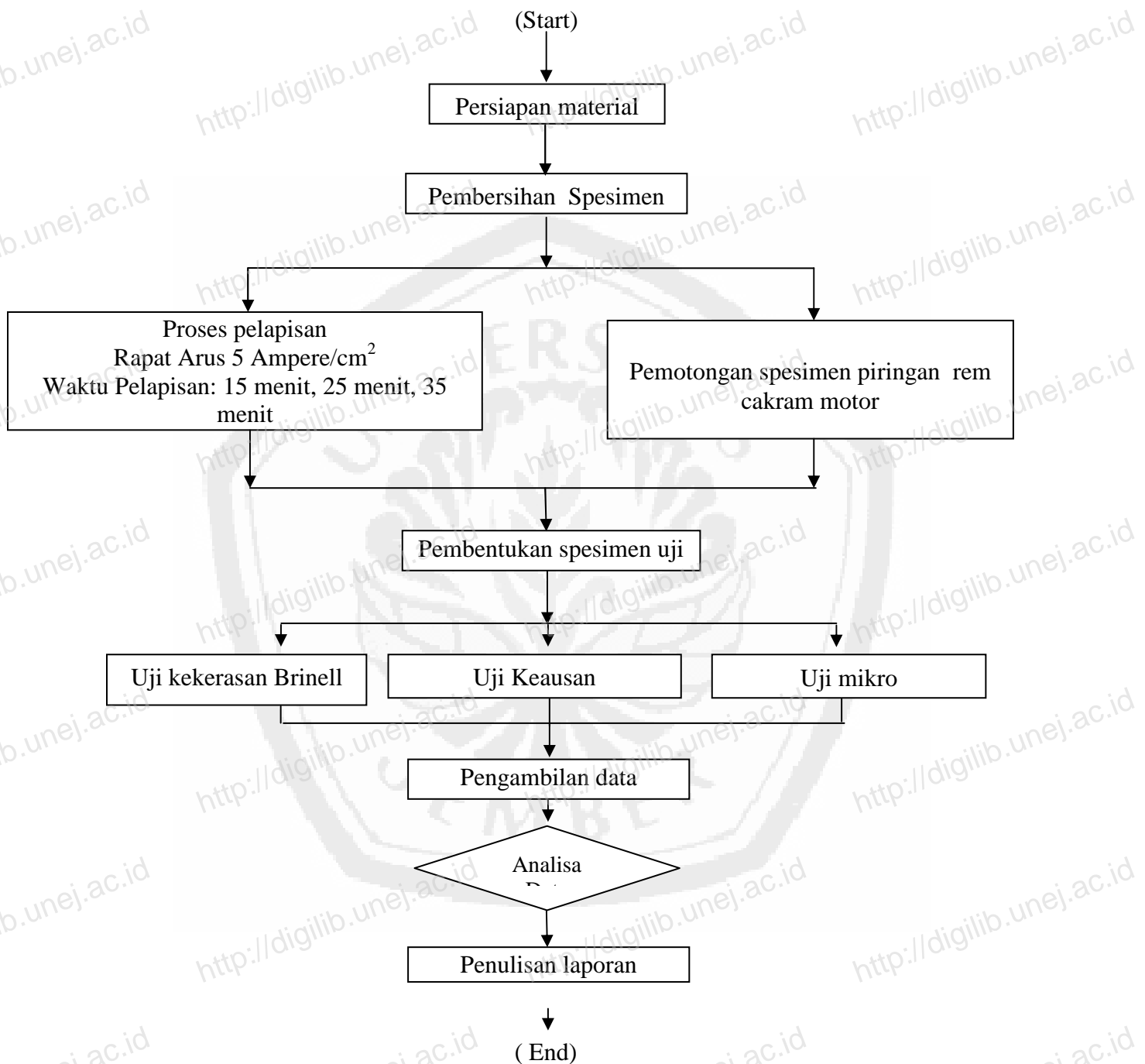
### 3.7 Jadwal Rencana Kegiatan Penelitian

Tabel. 3.6 Jadwal Rencana Kegiatan Penelitian Bulan Oktober–Desember.

KEGIATAN	BULAN															
	1				2				3				4			
	MINGGU				MINGGU				MINGGU				MINGGU			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Persiapan																
Studi literatur	■	■	■	■												
Pengumpulan bahan		■	■	■	■	■	■									
Proses pelapisan krom							■	■								
Pelaksanaan																
Pengujian							■	■	■	■	■					
Pengambilan data											■	■	■	■		
Pengolahan data													■	■		
Penyelesaian																
Pembuatan laporan													■	■	■	
Ujian akhir															■	■
Perbaikan laporan															■	■
Pengumpulan															■	■



### 3.8 Alur Penelitian



Gambar 3.4 Alur Penelitian

## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan dengan pengujian specimen yang dilakukan dengan metode eksperimental sehingga data yang dihasilkan banyak berbentuk grafik dan gambar hasil pengujian. Pengujian Hasil pelapisan dilakukan dengan tiga tahap yaitu pengujian kekerasan (*brinell*), pengujian keausan dengan menggunakan mesin Oghosi, dan pengamatan hasil pelapisan dengan menggunakan Struktur Mikro.

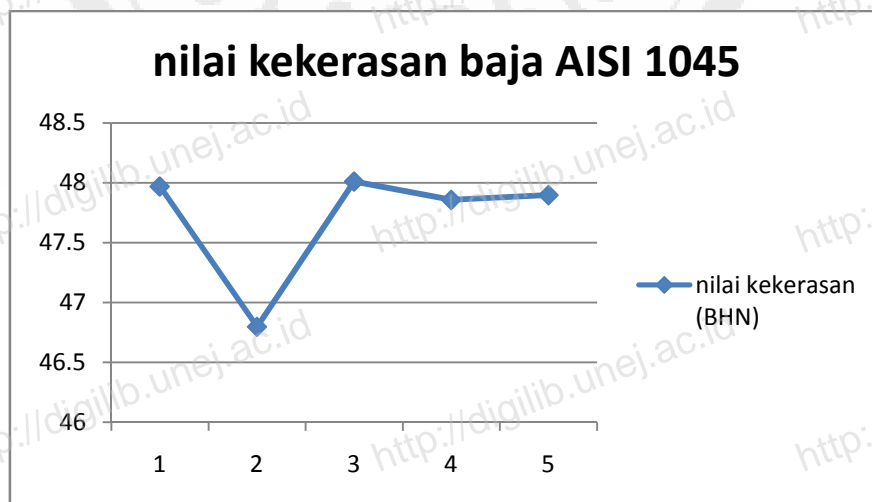
### 4.1 Hasil Pengujian Kekerasan *Brinell*.

#### 4.1.1 Hasil Pengujian Kekerasan *Brinell* Untuk Baja AISI 1045 (Zulfikar. 1999)

Dilakukan pengujian kekerasan dengan lima kali pengulangan dengan hasil tabel 4.1:

Percobaan Ke -	Nilai Kekerasan Brinell ( BHN )
1	47,958
2	46,797
3	48,009
4	47,856
5	47,896

Kurva (gambar 4.1 ) Pengujian Kekerasan *Brinell* Untuk Baja AISI 1045 (Zulfikar. 1999)



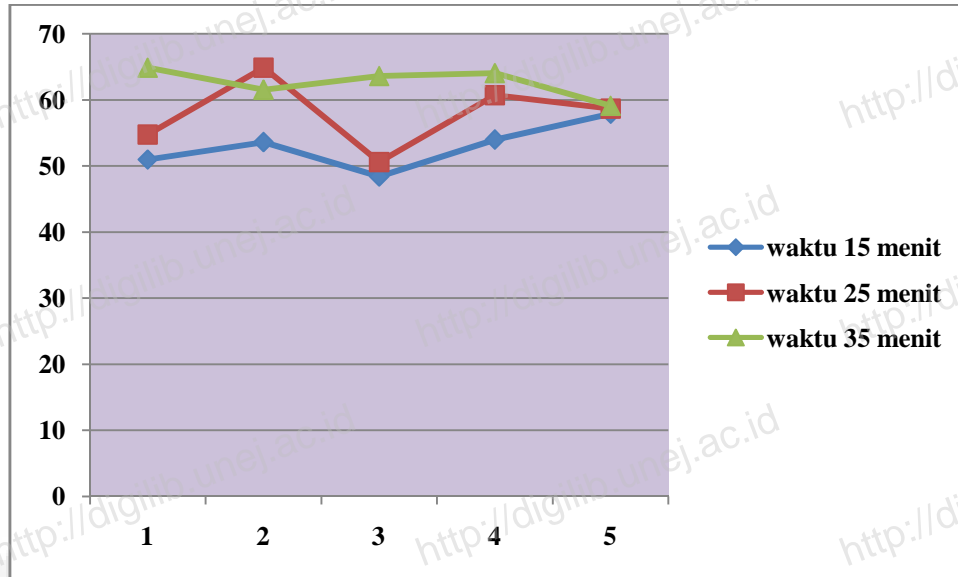
#### 4.1.2 Hasil Pengujian Kekerasan *Brinell* Untuk Baja AISI 1045 Dengan Pelapisan Timah

Pada pengujian kekerasan ini dapat dilihat hasil pengaruh dari variasi waktu pelapisan, dan rapat arus yang digunakan pada metode pelapisan terhadap hasil lapisan dengan base metal. Pada pengujian Kekerasan yang dilakukan dengan metode *brinell*, menggunakan diameter indenter 10 mm (D), beban 2000 kg (P), dengan waktu penahanan 10 detik.

Hasil perhitungan diameter jejak (d) untuk baja AISI 1045 sehingga didapat nilai kekerasan (BHN), tabel 4.2 :

Waktu pelapisan	D	P	d	$\pi$	BHN
15 menit	10	2000	2,8	3,14	50,955
	10	2000	2,87	3,14	53,592
	10	2000	2,73	3,14	48,390
	10	2000	2,88	3,14	53,974
	10	2000	2,98	3,14	57,878
25 menit	10	2000	2,9	3,14	54,743
	10	2000	3,15	3,14	64,851
	10	2000	2,79	3,14	50,585
	10	2000	3,05	3,14	60,698
	10	2000	3,00	3,14	58,676
35 menit	10	2000	3,15	3,14	64,851
	10	2000	3,07	3,14	61,517
	10	2000	3,12	3,14	63,590
	10	2000	3,13	3,14	64,009
	10	2000	3,01	3,14	59,078

Kurva hasil pengujian kekerasan brinell (BHN) baja AISI 1045 dengan pelapisan timah  
Gambar 4.2

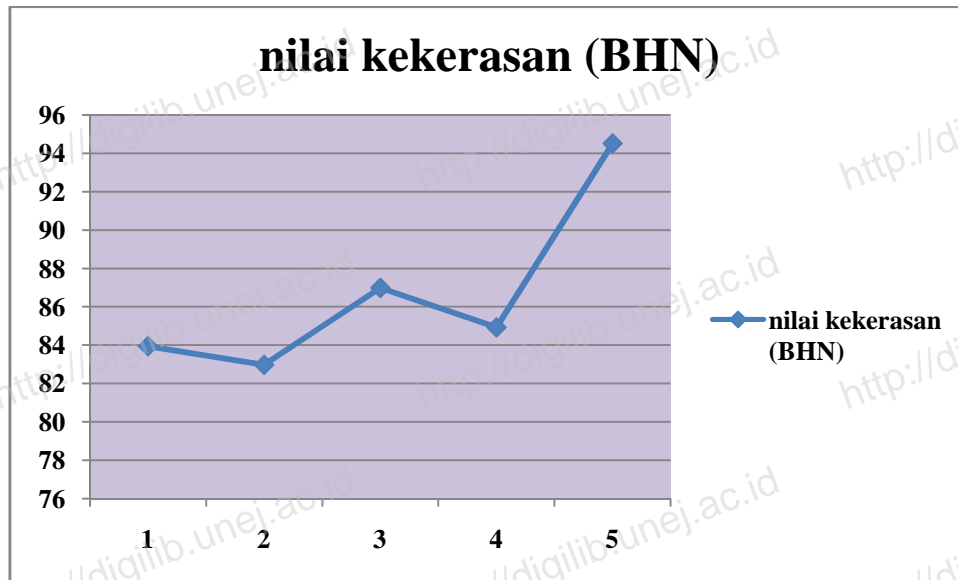


#### 4.1.3 Hasil Pengujian Kekerasan *Brinell* Untuk Rem Cakram

Hasil perhitungan diameter jejak ( $d$ ) untuk rem cakram sehingga didapat nilai kekerasan (BHN), tabel 4.3 :

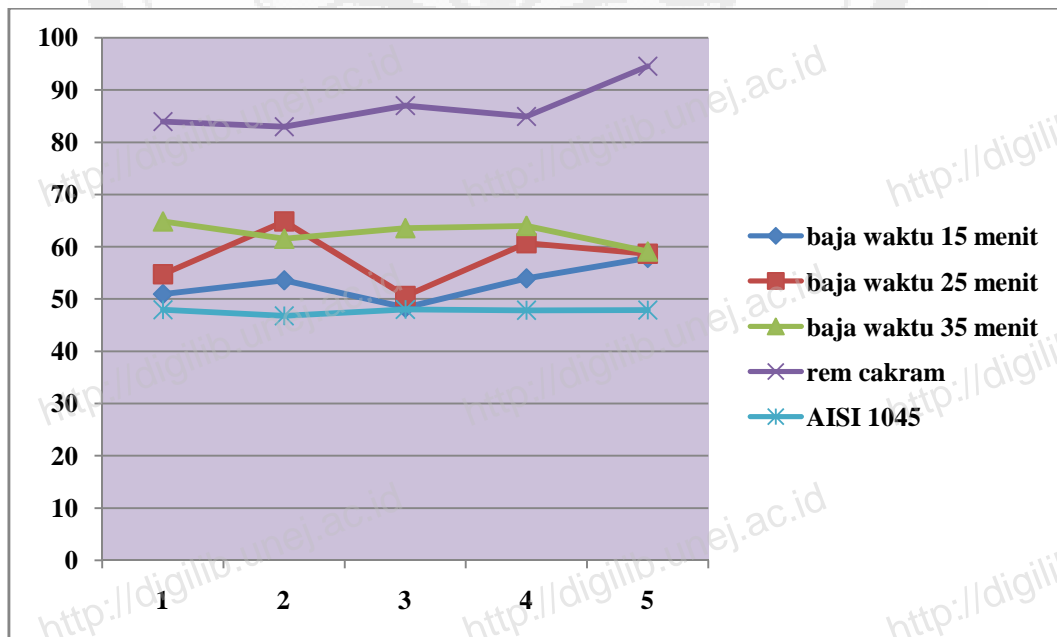
D	P	d	$\pi$	BHN
10	2000	3,57	3,14	83,943
10	2000	3,55	3,14	82,973
10	2000	3,63	3,14	86,983
10	2000	3,59	3,14	84,920
10	2000	3,78	3,14	94.515

Kurva hasil pengujian kekerasan brinell (BHN) rem cakram Gambar 4.3



#### 4.1.4 Kurva Perbandingan Hasil Pengujian Kekerasan

Kurva Perbandingan Hasil Pengujian Kekerasan antara Baja AISI 1045, Baja AISI 1045 hasil pelapisan timah dengan rem cakram gambar 4.4 :



## 4.2 HASIL PENGUJIAN KEAUSAN (OGOSI)

Proses pengujian keausan ini menghasilkan beberapa data perhitungan yang didapatkan dari pengulangan specimen. Data untuk menunjang pengambilan data pada pengujian ini digunakan table tetapan mesin sehingga dapat juga diterapkan dalam rumus yang telah ditetapkan yaitu, dengan menggunakan *Spet Tabel* yang sudah tertera pada mesin uji keausan.

GEAR B	30	35	40	45	50	55
RATIO A	80	75	70	65	60	55
B.G.	0.052	0.065	0.080	0.097	0.116	0.140
F.G.	0.50	0.62	0.76	0.91	1.10	1.32
GEAR B	60	65	70	75	80	
RATIO A	50	45	40	35	30	
B.G.	0.167	0.202	0.244	0.299	0.372	
F.G.	1.99	1.91	2.31	2.83	3.53	
NO. of motor revolutions						

Gambar 4.5 Parameter tetapan untuk Uji Keausan.

Untuk pengambilan data digunakan parameter BG dengan putaran 30 meter/detik sama dengan 30000 mm/s untuk harga  $x$  ( jarak luncur mein ).

Pada pengujian ini digunakan satuan *Strip* yaitu perbandingan antara pembesaran pada lensa pengamatan yang memiliki nilai perbesaran 50 X , 1 mm = 16 Strip.

Mesin uji yang digunakan mempunyai nilai :

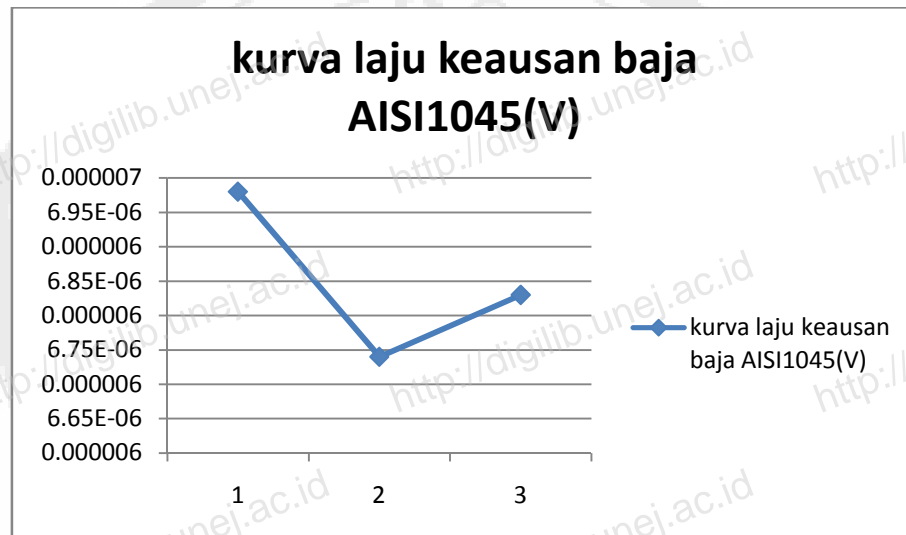
1. Tebal disc 3 mm ( B )
2. Jari – jari disc 13,5 mm ( r )
3. Untuk mengetahui nilai lebar celah yang terabrasi ( b ) di lakukan perhitungan.

#### 4.2.1 Hasil Pengujian Keausan Ogosi Untuk baja AISI 1045 (Zulfikar. 1999)

Dilakukan tiga kali pengulangan pengujian dengan hasil tabel 4.4 :

Benda kerja	Nilai Keausan (V) mm/menit
1	0,00000698
2	0,00000674
3	0,00000683

Kurva (gambar 4.6) Pengujian Keausan Ogosi Untuk baja AISI 1045 (Zulfikar. 1999)



#### 4.2.2 Hasil Pengujian Keausan Ogosi Untuk baja AISI 1045 Dengan Pelapisan Timah

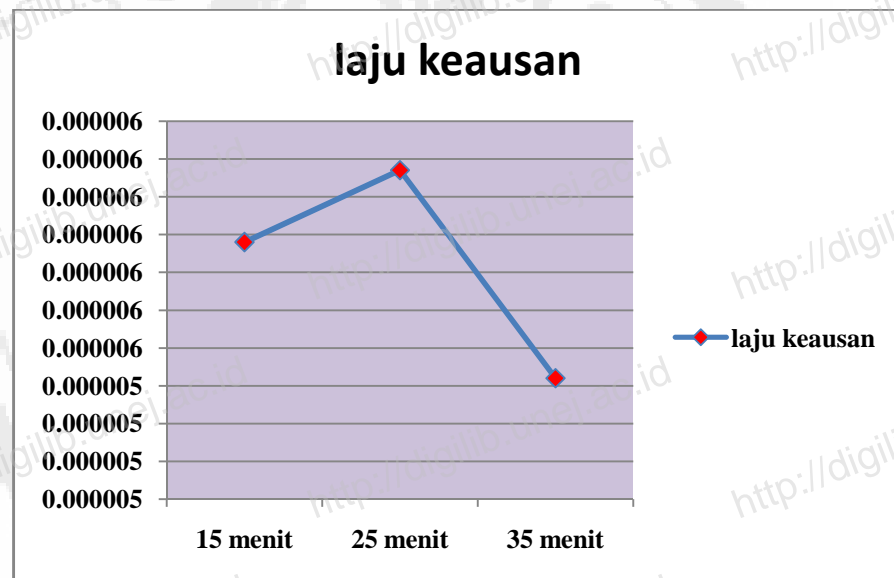
Pengamatan lebar celah (b) pelapisan timah logam AISI 1045 Pada rapat arus 5 Ampere dapat dilihat pada tabel 4.5 di bawah ini :

Waktu (Menit)	Pengulangan 1	Pengulangan 2	Pengulangan 3	Rata-rata (Strip)	rata-rata (mm)/16 ( b )
15	36	33	35	34,66667	2,167
25	37	35	33	35	2,188
35	33	34	35	34	2,125

Hasil pengujian keausan ( V ) pelapisan timah logam AISI 1045 Pada rapat arus 5 Ampere,dapat di lihat pada tabel 4.6 di bawah ini :

Waktu (Menit)	b rata-rata (mm)	b <sup>3</sup> (mm <sup>3</sup> )	r (mm)	B (mm)	W (mm <sup>3</sup> )	x (mm/Menit)	V (mm <sup>2</sup> /Menit)
15	2,167	10,171	13,5	3	0,188	30000	0,00000628
25	2,188	10,468	13,5	3	0,194	30000	0,00000647
35	2,125	9,596	13,5	3	0,178	30000	0,00000592

Kurva laju keausan Baja AISI 1045 dengan pelapisan timah,gambar 4.7 :



#### 4.2.3 Hasil Pengujian Keausan Ogosi Untuk Rem Cakram

Pengamatan lebar celah rem cakram,tabel 4.7 :

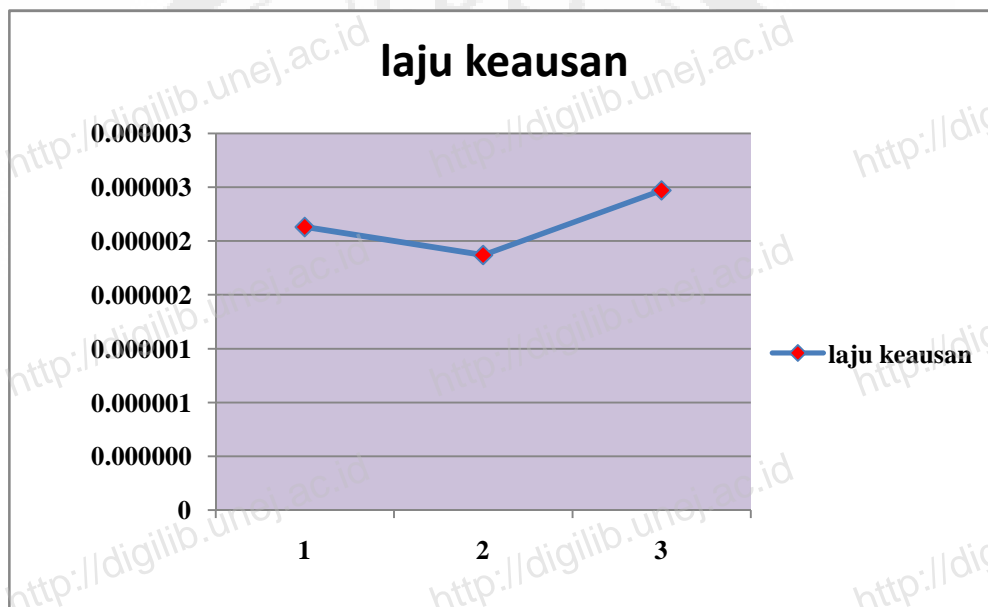
Pengulangan 1,2,3	rata-rata (mm)/16 ( b )
26	1,625
25	1,563
27	1,688



Hasil pengujian keausan ( V ) rem cakram tabel 4.8 :

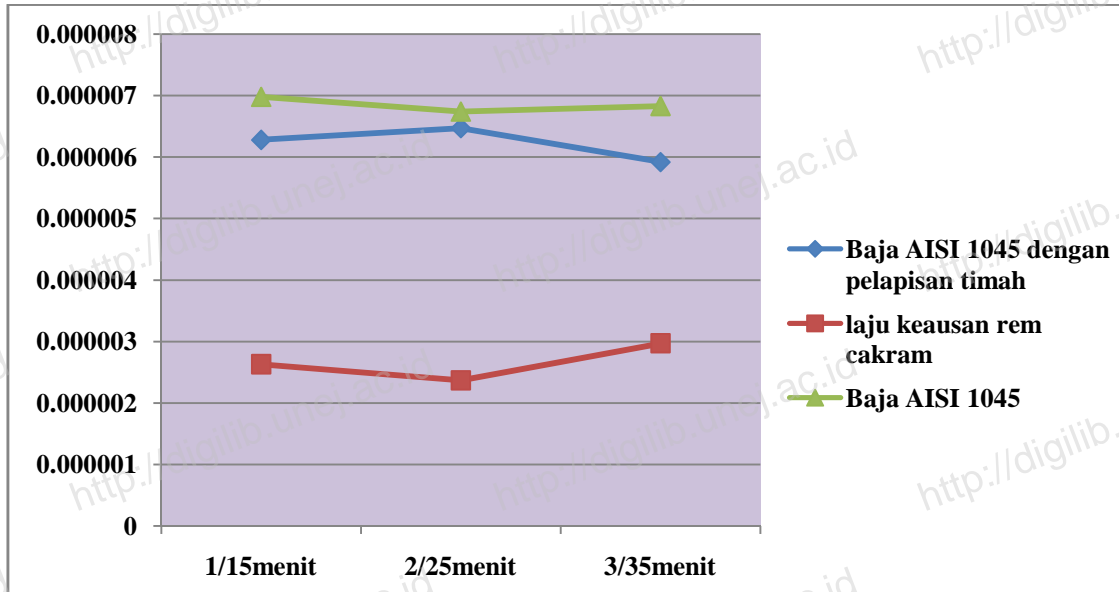
b rata-rata (mm)	b <sup>3</sup> (mm <sup>3</sup> )	r (mm)	B (mm)	W (mm <sup>3</sup> )	x (mm/Menit)	V (mm <sup>2</sup> /Menit)
1,625	4,291	13,5	3	0,079	30000	0,00000263
1,563	3,818	13,5	3	0.071	30000	0,00000237
1,688	4,810	13,5	3	0.089	30000	0,00000297

Kurva laju keausan rem cakram,gambar 4.8 :



#### 4.2.4 Kurva Perbandingan Hasil Pengujian Keausan

Kurva Perbandingan Hasil Pengujian Kekerasan antara Baja AISI 1045 hasil pelapisan timah dengan rem cakram gambar 4.9 :

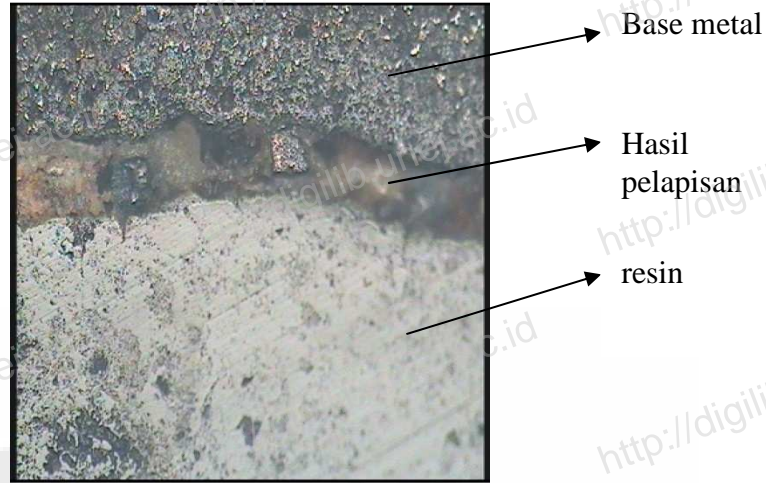


### 4.3 HASIL PENGUJIAN MIKRO

Baja karbon AISI 1045 setelah melalui proses amplas, dilakukan etsa menggunakan  $\text{HNO}_3$  10 ml dan ethanol 90 ml, hasil campuran larutan tadi di taruh di gelas ukur sebanyak 10 ml, terus di campur air sebanyak 100 ml. Baja karbon AISI 1045 di celupkan ke dalam larutan  $\text{HNO}_3$ , ethanol, dan air selama 50 sampai 60 detik (ASTM Handbook Engineering).

#### 4.3.1 Hasil Foto Mikro Baja AISI 1045 Dengan Waktu pelapisan 15 menit

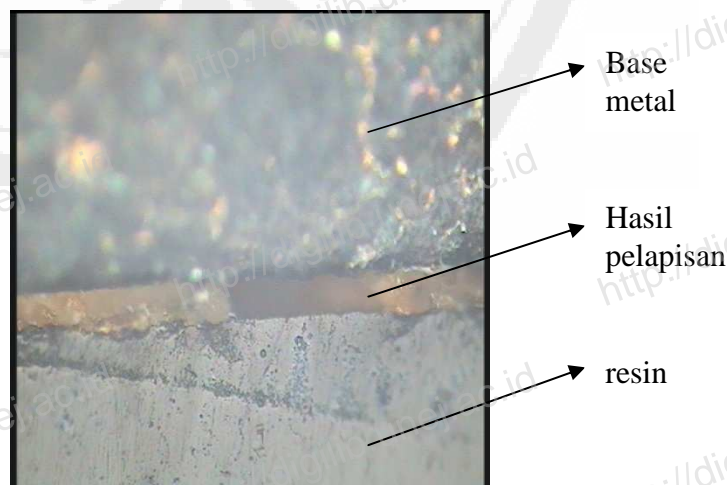
Dari gambar struktur mikro di bawah ini, terlihat jelas pada specimen uji hasil pelapisan baja karbon AISI 1045 yang diberi pelapisan Sn (*stonnum*) dengan tingkat pembesaran 100X pada masing-masing specimen mempunyai tingkat nilai ketebalan yang berbeda. Pada Gambar 4.10 di bawah ini specimen uji yang diberi pelapisan menggunakan Sn (*Stonnum*) dengan variasi perlakuan lamanya waktu pelapisan 15 menit, terlihat bahwa lapisan Sn terlihat kurang merata atau kurang sempurna yang diakibatkan tidak stabilnya arus listrik sehingga mempengaruhi rapat arus yang berimbas pada kecepatan pergerakan electron dari pelapisan ini kurang stabil.



Gambar 4.10 Baja Karbon AISI 1045 dilapisi Sn dengan waktu pelapisan 15 menit.

#### 4.3.2 Hasil Foto Mikro Baja AISI 1045 Dengan Waktu pelapisan 25 menit

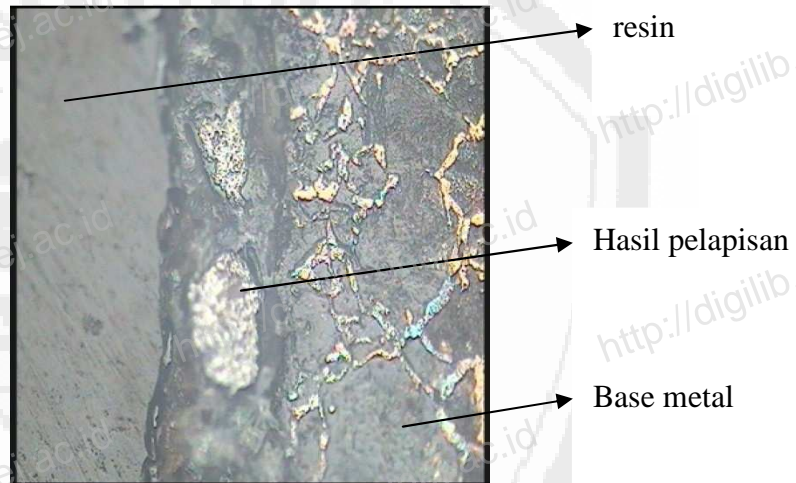
Pada Baja Karbon AISI 1045 dilapisi Sn (*Stonnum*) dengan waktu pelapisan 25 menit, yaitu hasil pelapisan terlihat cukup rata dibandingkan dengan Gambar 4.10, hal ini dipengaruhi oleh besarnya arus listrik yang dipakai cukup stabil pada waktu proses pelapisan sehingga kecepatan elektron seragam walaupun tebal lapisan lebih tipis dibandingkan dengan hasil perlakuan yang dihasilkan pada Gambar 4.10 .



Gambar 4.11 Baja Karbon AISI 1045 dilapisi Sn dengan waktu pelapisan 25 menit.

#### 4.3.3 Hasil Foto Mikro Baja AISI 1045 Dengan Waktu pelapisan 35 menit

Dan yang terakhir pada Gambar 4.12, pada Baja Karbon AISI 1045 dilapisi Sn (*Stonnum*) dengan waktu pelapisan 35 menit, Yaitu hasil pelapisan terlihat cukup rata dan tingkat ketebalan yang diperoleh dari pelapisan maksimal dibandingkan dari kedua perlakuan dengan lama waktu pelapisan 15 dan 25 menit. , hal ini dipengaruhi oleh besarnya arus listrik yang dipakai cukup stabil pada waktu proses pelapisan sehingga kecepatan electron seragam yang mengakibatkan tebal lapisan rata dan juga lamanya waktu proses pelapisan yang mempengaruhi nilai tingkat ketebalan pelapisan atau dapat dikatakan semakin lama waktu yang digunakan untuk pelapisan maka hasil yang diperoleh dari pelapisan tersebut semakin tebal.



Gambar 4.12 Baja Karbon AISI 1045 dilapisi Sn dengan waktu pelapisan 35 menit.

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

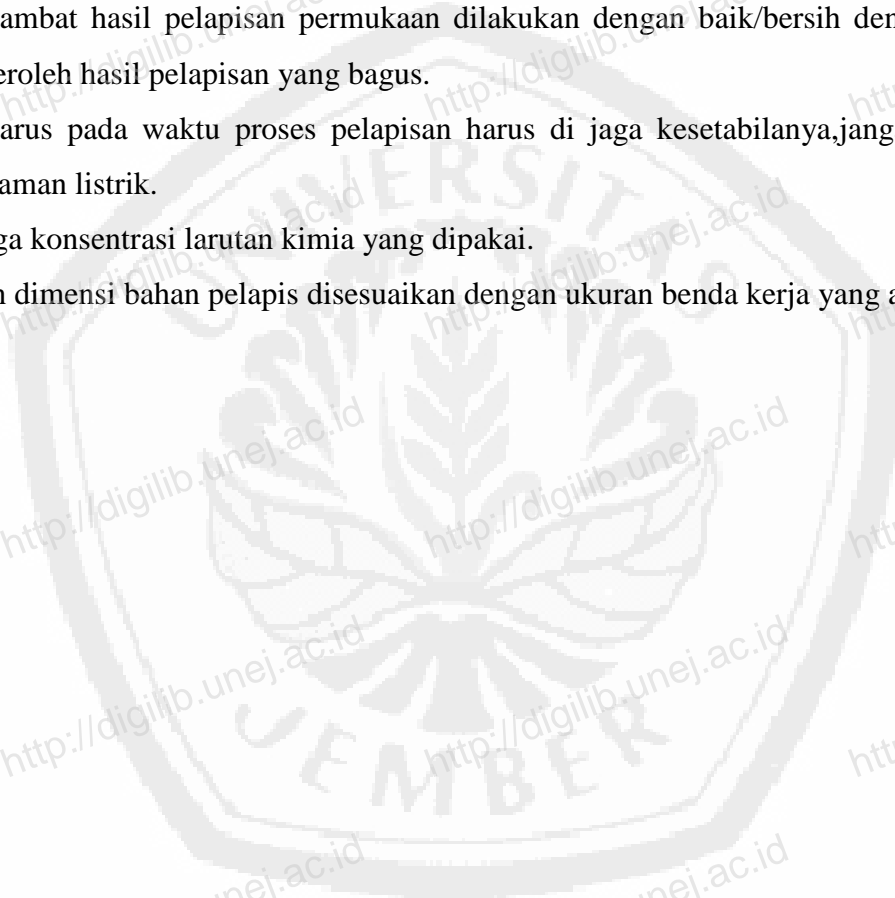
Dari proses yang dilakukan dengan variasi waktu pelapisan elektroplating untuk ketebalan lapisan, pengujian kekerasan, pengujian keausan dan pengujian struktur mikro dari baja karbon AISI 1045 dapat diambil simpulan sebagai berikut :

1. Pengaruh variasi waktu pada proses *pelapisan elektroplating* mengakibatkan adanya perbedaan hasil ketebalan lapisan. Semakin lama waktu pelapisan maka ketebalan lapisan akan semakin tinggi.
2. Pengaruh variasi waktu pada proses *pelapisan elektroplating* mengakibatkan adanya perbedaan nilai kekerasan. Semakin lama waktu pelapisan maka nilai kekerasan akan semakin tinggi, tapi dalam penelitian ini pada waktu pelapisan 25 menit nilai kekerasannya mendekati pelapisan dengan waktu 35 menit hal ini terjadi karena kondisi ketebalan lapisan yang hampir merata seperti terlihat pada struktur mikro.
3. Untuk pengujian keausan, didapatkan nilai laju keausan yang berubah-ubah dan pada dasar prinsip proses pelapisan semakin tinggi nilai kekerasan maka semakin rendah laju keausannya (akan tetapi pada penelitian ini didapatkan juga hasil laju keausan yang tinggi pada proses pelapisan dengan waktu 25 menit,) karena kondisi ketebalan lapisan yang hampir merata seperti terlihat pada struktur mikro.
4. Untuk pengujian mikro, di dapat hasil pelapisan yang paling tebal pada waktu 35 menit dan kondisi lapisan yang lebih rata pada waktu pelapisan 25 menit.
5. Peningkatan sifat mekanik antara baja AISI 1045 (Zulfikar) dengan baja AISI 1045 pelapisan timah untuk nilai kekerasan mengalami kenaikan 31,25 %, dan nilai peningkatan untuk laju keausan 13,32 %
6. Baja AISI 1045 dengan pelapisan timah menggunakan rapat arus 5 ampere dalam waktu 35 menit belum bisa digunakan sebagai bahan pembuat disk brake sepeda motor, karena dari nilai kekerasan maupun keausan masih berbeda jauh.

## 5.2 Saran

Adapun saran yang ingin disampaikan dari hasil penelitian ini adalah:

1. Perlu adanya penelitian menggunakan media korosi yang lain pada logam ini sehingga dapat dijadikan pembanding.
2. Sebelum proses pelapisan dilakukan pemanasan larutan awal dengan menggunakan thermokopel supaya didapatkan hasil pelapisan yang baik.
3. Pembersihan permukaan spesimen dari adanya kandungan lemak dan pengotor yang dapat menghambat hasil pelapisan permukaan dilakukan dengan baik/bersih dengan tujuan untuk memperoleh hasil pelapisan yang bagus.
4. Rapat arus pada waktu proses pelapisan harus di jaga kesetabilanya,jangan sampai terjadi pemadaman listrik.
5. Menjaga konsentrasi larutan kimia yang dipakai.
6. Ukuran dimensi bahan pelapis disesuaikan dengan ukuran benda kerja yang akan dilapisi.



## DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2009. *Pengujian Kekerasan Brinell* [Downloads files 9080M]  
[http://www.doddi\\_y.staff.gunadarma.ac.id](http://www.doddi_y.staff.gunadarma.ac.id)

Anonim. Supply Pipe, Fitting, Flange, Valve Stainless & Carbon Steel  
<http://www.kmperkasa.com> [On Line] [12 Januari 2010].

Amstead, B. H, dkk., 1989. *Teknologi Mekanik* Jilid 1. Erlangga : Jakarta.

ASM. 2009. *SAE/AISI 1045H UNS H10450. Heat-treating temperatures recommended by SAE*  $\bar{A}$ Normalize (for forged or rolled specimens only): 870 °C (1600 °F)  $\bar{A}$ Austenitize: 845 °C (1550 °F), vol 1Pig 790.

ASTM, *Berbagai Publikasi/Dokumentasi Uji-Standart.*

Bagong, 2009. *Pelapisan Dengan Metode Elektroplating.* [http://www.BaGonK\\_Ajus\\_Ink\\_Go.Blog.com.htm](http://www.BaGonK_Ajus_Ink_Go.Blog.com.htm) [24 Februari 2009, 18:05 WIB]

Garleman F. T., 1984. *Rekayasa Pengolahan Awal Dan Pelapisan*: Bandung.

Indrakusumah, N. 1984. *Proses Pelapisan Tembaga, Timah, Dan Khromium*: Bandung.

Hartomo. A. J. 1984. *Berbagai Penelitian dan Tulisan Korosi Logam*: ITS, Surabaya.

Leman, SA. 2004.[On Line]. <http://puslit.petra.ac.id/journals/mechanical> [15 Maret 2008]

Santosa B.,Martijanti. 2004."Pengaruh Waktu dan Rapat Arus Pada Proses Pelapisan Tembaga Terhadap Ketebalan Lapisan", *Majalah Ilmiah Kopertis, Nomor 11, Juni 2004, hal 32 – 35.* Bandung.

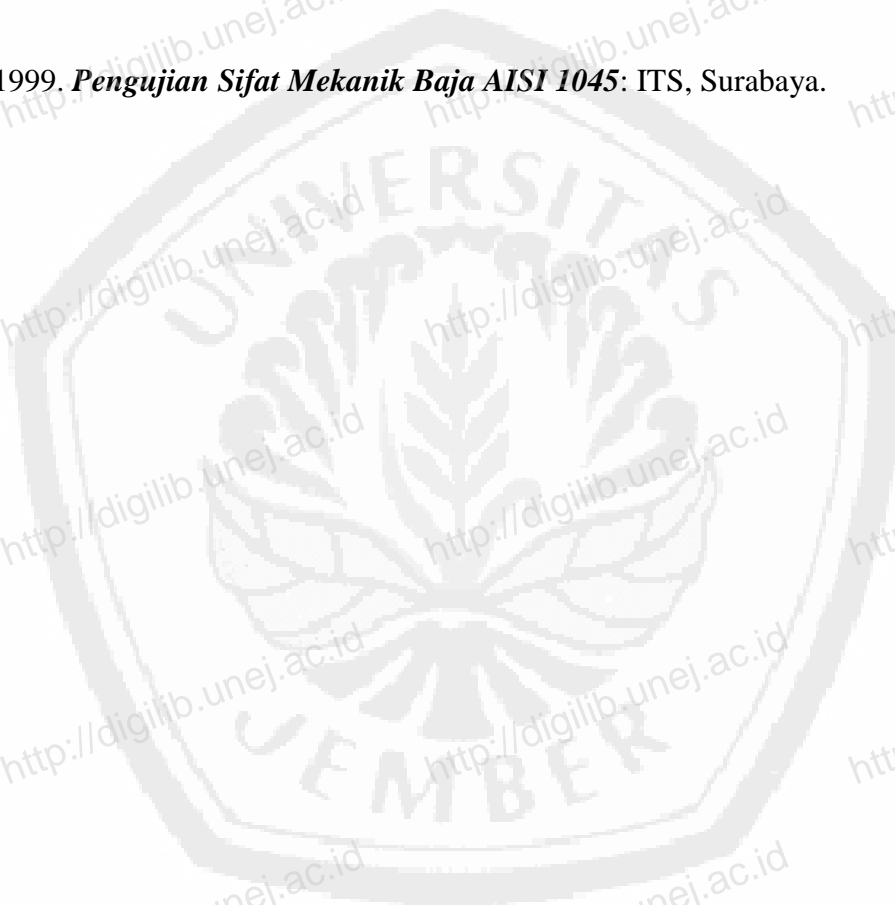
Sulistijono, 2003. "Pengaruh Penambahan Mn Pada Bak Galvanis Terhadap Morfologi dan Kinetika Lapisan Timah", Skripsi Teknik Material FTI-ITS, Surabaya.

Supardi, Edih, Angkasa.1999.” ***Pengujian Logam***”, Angkasa. Bandung.

Yuwono A.H., 2009. “***Buku Panduan Praktikum Karakterisasi Material 1 Pengujian keausan dengan mesin ogosi((destructive testing))***”. Departemen metalurgi dan material. FT- UI. Jakarta.

Ary Subagya, 2003. “***Bahan Rem Cakram Untuk Motor Honda Supra***”, Skripsi Teknik Material Universitas Udayana.

Zulfikar. 1999. ***Pengujian Sifat Mekanik Baja AISI 1045***: ITS, Surabaya.





LAMPIRAN

A. Bahan Dan Alat Yang Digunakan

1. Baja AISI 1045



Baja Aisi 1045 dipotong dengan dimensi Panjang = 5 cm, Lebar = 3 cm,

Tinggi = 1,5 cm

2. Sertifikat Baja AISI 1045

河北津西钢铁股份有限公司												0075886			
Hebei Jinxi Iron And Steel Co., Ltd												NO. 2577			
产品质量证明书															
Certificate of Product Quality															
收货单位 (CUSTOMER)			热扎钢带				总数量 (NET QUANTITY)				发货日期 (DATE OF DELIVERY)		发货车号 (LOADING TOWER NO.)		
厦门建发4 (天津港)			15				2008.03.16				2008.03.16		冀BG3588		
产品名称 (DESC OF GOODS)			化学成分 (%)				力学性能								
CHEMICAL COMPOSITION (%)			TENSILE TEST												
炉批号	牌号	产品规格	数量	Si	Mn	P	S	C	抗拉强度	屈服强度	伸长率	弯曲试验	冲击试验		
HEAT NO. AND LOT NO.	STEEL GRADE	DIMENSION (mm)	PIECE						ENGY(MPa)	YTH(MPa)	ELONGA-TION(%)	BENDING-TEST	ABSORPTION-EMERG(YJ)		
1-3036	Q235B	735*11.8	8	0.13	0.40	0.022	0.023	0.14	415	310	33.8				
1-4057	Q235B	735*11.8	4	0.13	0.40	0.021	0.021	0.13	415	310	33.0				
2-3190	Q235B	735*11.8	2	0.14	0.43	0.018	0.021	0.17	440	313	32.5	完好			
执行标准 (STANDARD):			GB/T709-88					质检部门印章					SPECIAL SEAL FOR CERTIFICATE IS		
注: 此证书与实物同时有效, 如发生争议, 以实物为准。			注: 此证书与实物同时有效, 如发生争议, 以实物为准。					注: 此证书与实物同时有效, 如发生争议, 以实物为准。					注: 此证书与实物同时有效, 如发生争议, 以实物为准。		
制表人 (AMULATOR)			审核人 (CHECKER)					领单人 (RECEIVER)							

Sertifikat resmi dari toko untuk baja AISI 1045

### 3. Disk Brake Supra



Disk brake di potong dengan dimensi : Panjang = 5 cm, Lebar = 3 cm

### 4. Timah



Timah permukaannya di buat tipis dengan Palu

### 5. Larutan Crom



Hasil pencampuran Aquades, Larutan Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ), Larutan Chromat ( $CrO_3$ ), Larutan Katalis (WR-1)

### 6. Trafo



Trafo dengan kuat arus maximum 75 ampere

### 7. Bak Elektroplating



Bak elektroplating dari baki air dengan bahan plastik.

### 8. Gelas Ukur Dan Termometer



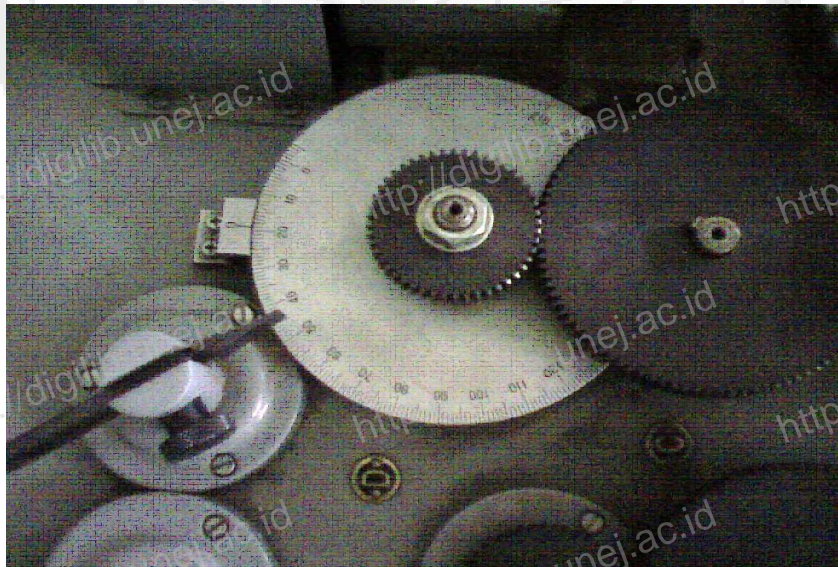
Gambar gelas ukur dan thermometer buat pemanas larutan pelapisan

## B. Alat Pengujian

### 1. Pengujian Keausan (oogosi)



Mesin laju keausan oogosi tampak keseluruhan.



Gambar alat buat mengatur jarak luncur.

### C. Hasil Pengujian

#### 1. Kekerasan



Baja AISI 1045



Disk Brake

#### 2. Keausan



Baja AISI 1045



Disk Brake

#### D. Hasil Perhitungan Dengan Exel

##### 1. Perhitungan kekerasan Baja AISI 1045 dengan pelapisan timah

$$\text{Value} = 2 * A4 / (B4 * C4) * (C4 - (C4^2 - D4^2)^{0.5})$$

$$A4 = P, B4 = \pi, C4 = D, D4 = d$$

P	pi	D	d	#VALUE!
2000	3.14	10	2.8	50.95541
2000	3.14	10	2.87	53.59162
2000	3.14	10	2.73	48.38977
2000	3.14	10	2.88	53.974
2000	3.14	10	2.98	57.87787
2000	3.14	10	2.9	54.74313
2000	3.14	10	3.15	64.85137
2000	3.14	10	2.79	50.58458
2000	3.14	10	3.05	60.69764
2000	3.14	10	3	58.67618
2000	3.14	10	3.15	64.85137
2000	3.14	10	3.07	61.51654
2000	3.14	10	3.12	63.58968
2000	3.14	10	3.13	64.00876
2000	3.14	10	3.01	59.07753
2000	3.14	10	3.57	83.94346
2000	3.14	10	3.55	82.97287
2000	3.14	10	3.63	86.89282
2000	3.14	10	3.59	84.92031
2000	3.14	10	3.78	94.51517

15 menit

25 menit

35 menit

Rem  
cakram

## 2. Perhitungan keausan

### a. Baja AISI 1045 dengan pelapisan timah

$$W = B \cdot b^3 / 12 r \text{ sama dengan } = A4 \cdot B4^3 / (12 \cdot C4)$$

A4/B	B4/b	C4/r	W
3	2.167	13.5	0.188444286
3	2.188	13.5	0.193976087
3	2.125	13.5	0.177698206

$$V = W / x \text{ sama dengan } = G9/H9$$

G9/W	H9/x	V
0.1884	30000	0.00000628
0.194	30000	6.46667E-06
0.1777	30000	5.92333E-06

### b. Rem cakram

$$W = B \cdot b^3 / 12 r \text{ sama dengan } = A4 \cdot B4^3 / (12 \cdot C4)$$

A4/B	B4/b	C4/r	W
3	1.625	13.5	0.079463252
3	1.563	13.5	0.070710381
3	1.688	13.5	0.089068383

$$V = W / x \text{ sama dengan } = G9/H9$$

G9/W	H9/x	V
0.079	30000	2.63333E-06
0.071	30000	2.36667E-06
0.089	30000	2.96667E-06



### 3. Perhitungan persentase peningkatan

#### a. Nilai kekerasan

A1	A2	A3	A4	A5
47.958	46.797	48.009	47.856	47.896
64.851	61.517	63.59	64.009	59.078

Baja AISI1045

Baja AISI 1045  
dengan  
pelapisan timah

Nilai rata2 yang di dapat untuk baja AISI 1045

$$(A1 + A2 + A3 + A4 + A5) / 5 = 47,7032$$

Nilai rata2 yang di dapat untuk baja AISI 1045 dengan pelapisan timah

$$(A1 + A2 + A3 + A4 + A5) / 5 = 62,609$$

Persentase kenaikan

$$(62,609 - 47,7032) / 47,7032 \times 100\% = 31,2469\%$$

#### b. Nilai keausan

A1	A2	A3	A4
0.00000592	0.00000683	0.00000091	13.32357

Keterangan :

A1 = nilai keausan baja AISI 1045 dengan pelapisan timah

A2 = nilai keausan baja AISI 1045

$$A3 = A2 - A1$$

$$A4 = (A3 / A1) \times 100$$

Persentase kenaikan

$$13,32357 = 13,32\%$$