

**PROSES PEWARNAAN LOGAM ALUMINIUM DENGAN
METODE ANODIZING**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



Disusun Oleh :

Nama : Anwar Sambas

NIM : 02525023

NIRM : 20020110473

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2011

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**PROSES PEWARNAAN LOGAM ALUMINIUM DENGAN
METODE ANODIZING**

TUGAS AKHIR



Disusun Oleh :

Nama : Anwar Sambas

No. Mahasiswa : 02525023

NIRM : 20020110473

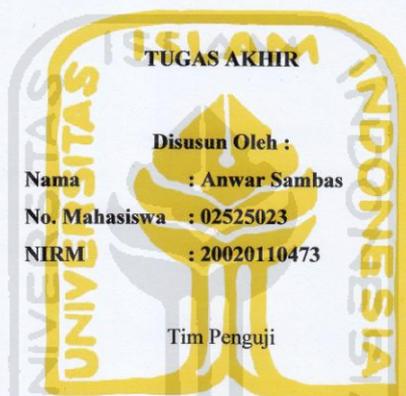
Yogyakarta, 10 Agustus 2011

Pembimbing

Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**PROSES PEWARNAAN LOGAM ALUMINIUM DENGAN
METODE ANODIZING**



TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Anwar Sambas

No. Mahasiswa : 02525023

NIRM : 20020110473

Tim Penguji

Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng

Ketua

Tri Setia Putra, ST

Anggota

Mengetahui

W/n Ketua Jurusan Teknik Mesin



Keena Nugroho Adi, ST, MT

HALAMAN PERSEMBAHAN

Kupersembahkan kepada :

*Allah SWT yang telah mencurahkan rahmat, hidayah serta
karunia –Nya*

Nabi Muhammad SAW sebagai sayyidul anam

Bapak (Alm) dan Ibu

Kaka serta Istriku Tercinta

MOTTO

*Hidup adalah perjuangan hadapilah
segala tantangan*

*Ilmu yang tidak diamankan, dicela oleh Allah, Rosul-Nya,
dan kaum mukminin..*

Katakan “ *Beramallah sebanyak-banyaknya! Allah, Rosul-Nya
dan Orang-orang Mukmin akan menilai amalmu*” (QS. At
Taubah : 105)

“Perumpamaan ilmu yang tidak diamankan seperti harta yang tidak dinafkahkan
di jalan Allah.” (Abu Hurairah)

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Syukur Alhamdulillah kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya. Shalawat serta salam semoga tercurah kepada Nabi Muhammad SAW beserta para keluarganya, sahabat dan para pengikutnya hingga akhir zaman, karena dengan segala rahmat, hidayah dan inayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **Penelitian Proses Pewarnaan Logam Aluminium Dengan Metode Anodizing.**

Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

Kelancaran dan keberhasilan pembuatan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bimbingan serta bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT, Sang Maha Pengasih dan Penyayang. Engkaulah tempat aku memohon petunjuk-Mu.
2. Nabi Muhammad SAW, atas segala perjuangan dan amanahnya.
3. Keluarga tercinta, yang senantiasa memberikan doa dan dukungan baik moril maupun materiil, serta pengertian yang amat berharga.
4. Bapak Agung Nugroho Adi, ST., MT selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Ir. Paryana Puspaputra M.eng selaku Dosen pembimbing dalam Tugas Akhir ini.
6. Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

7. Teman-teman Jurusan Teknik Mesin serta angkatan 2002, atas bantuan serta kerja samanya.
8. Istriku Tercinta Widi Rahayu Hastuti yang selalu menemani dan mensupport dalam perjalanan hidup ini.
9. Kakaku Tercinta Aam Suryamah yang tak henti – hentinya memberikan dukungan dan bimbingan.
10. Teman – teman kost “ Bandrio Squad “ Ibnu Haryanto, Achmad Fauzi, Andi Yudha Hakim, Arief, Lutfi, Ade Yasirwan, Wawan, Arief “Bedding “, Faizal, Febri, Aris “dadu”, Bowo.
11. Kukuh beserta karyawan Whyzein Clothing Industri, Mas Ary beserta karyawan Routing Explorer Co, Ferdinand beserta admin dan moderator Koc2.com, Atonk beserta karyawan Sepphylizz Infection Clothing, Bapak Hutri Samani dari SME – Biostar Yogyakarta, Staff Lab.MIPA, Bratachem.
12. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu-persatu, atas doa dan bantuannya dalam penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun dari rekan-rekan mahasiswa, dosen dan berbagai pihak sangat diharapkan. Semoga Tugas Akhir ini dapat berguna bagi kita semua, amin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Jogjakarta, Agustus 2011

Penyusun

Anwar Sambas

ABSTRAK

Seperti yang kita ketahui perkembangan ilmu pengetahuan terutama dibidang ilmu bahan dan juga industri sangatlah pesat memberikan manfaat yang sangat besar bagi kehidupan sehari-hari. Beraneka macam jenis logam diproses dan digunakan untuk keperluan sehari-hari oleh manusia. Bila kita ketahui hampir semua jenis barang-barang yang kita jumpai terbuat dari bahan logam mulai dari peralatan rumah tangga, peralatan perkantoran, komponen otomotif, dan sebagainya.

Tugas akhir ini berkenaan dengan logam, yaitu proses pewarnaan, yang mana dapat mempunyai nilai jual yang tinggi serta mempunyai nilai dekoratif untuk logam yang diwarnai. Dalam penelitian ini pewarnaan logam dilakukan dengan metode anodizing dan aluminium strip yang tersedia dipasaran sebagai obyeknya. Proses pewarnaan dalam penelitian ini dilakukan dengan beberapa variasi waktu celup, proses perbandingan warna dilakukan dengan bantuan software corel draw dengan warna RGB berdasarkan intensitas warna dalam menyerap cahaya.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan adanya perbedaan pelapisan warna pada aluminium akibat dari variasi waktu celup.

Kata Kunci :Pewarnaan, Aluminium, Anodizing

DAFTAR ISI

Halaman judul	i
Lembaran pengesahan pembimbing	ii
Lembaran pengesahan penguji	iii
Halaman persembahan	iv
Halaman motto	v
Kata pengantar	vi
Abstraksi	viii
Daftar isi	ix
Daftar tabel	xii
Daftar gambar	xiii

BAB I : PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang	1
1.2. Rumusan masalah	3
1.3. Batasan masalah	3
1.4. Tujuan penelitian	3
1.5. Manfaat penelitian	3
1.6. Sistematika penulisan laporan	3

BAB II : LANDASAN TEORI

2.1. <i>Plating</i>	5
2.2. <i>Electroplating</i>	5
2.2.1. Pelapisan Seng	6
2.2.2. Pelapisan Tembaga	6
2.2.3. Pelapisan Nikel	6
2.2.4. Pelapisan Krom	6

2.2.5. Pelapisan Kuningan	7
2.2.6. Pelapisan Emas	7
2.3. <i>Anodizing</i>	7
2.4. <i>Elektrolessplating</i>	8
2.5. Proses <i>Anodizing</i>	8
2.5.1. <i>Cleaning</i>	9
2.5.2. <i>Rinsing</i>	9
2.5.3. <i>Etching</i>	9
2.5.4. <i>Anodizing</i>	9
2.6. Oksidasi dan Reduksi	12
2.6.1. Oksidasi	7
2.6.2. Reduksi	13
2.6.3. Deret Redoks	14
2.7. Elektrolisis	15
2.7.1. Elektrolit	15
2.7.2. Elektroda	16

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram penelitian	17
3.2. Prosedur pelaksanaan penelitian	18
3.2.1. Identifikasi masalah	18
3.2.2. Pemilihan bahan	19
3.2.3. Pembersihan bahan	20
3.2.4. Proses anodizing	21
3.2.3. Proses finishing	21

BAB IV : PERCOBAAN

4.1. Kriteria pemilihan bahan	22
4.2. Setup percobaan	29

4.3. Proses anodizing.....	30
4.4. Proses pewarnaan.....	32
4.4. Hasil pewarnaan.....	32
BAB V : PEMBAHASAN	
5.1. Data percobaan	33
5.2. Analisa kegagalan.....	34
5.2.1. Proses pembersihan material.....	34
5.2.2. Power supply/catu daya	35
5.2.3. Pewarna.....	35
5.2.4. Bahan dan material	35
5.3. Kelebihan dan kekurangan.....	35
BAB VI : PENUTUP	
6.1. Kesimpulan	37
6.2. Saran	37
DAFTAR PUSTAKA.....	39
LAMPIRAN.....	40

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1	Ketebalan lapisan <i>anodizing</i>	10
Tabel 3-1	Tabel Bahan dan material.....	19
Tabel 4-1	Tabel Hasil Pengujian Pewarna.....	28
Tabel 5-1	Tabel percobaan.....	33



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1-1	Produk <i>Anodizing</i>	1
Gambar 1-2	<i>Anodizing</i> pada produk otomotif.....	2
Gambar 2-1	Produk <i>Anodizing</i>	8
Gambar 2-2	Deret <i>redoks</i>	15
Gambar 2-3	Sel elektrolisis	16
Gambar 3-1	Diagram alir proses <i>anodizing</i>	17
Gambar 3-2	Proses pembersihan	20
Gambar 4-1	Aluminium.....	22
Gambar 4-2	Receifier Montana.....	22
Gambar 4-3	Asam sulfat	23
Gambar 4-4	Aquades	24
Gambar 4-5	Gelas ukur.....	24
Gambar 4-6	<i>Thermometer</i>	25
Gambar 4-7	Bak plastik	25
Gambar 4-8	Kertas gosok / amplas	26
Gambar 4-9	Kabel	26
Gambar 4-10	Pewarna	27
Gambar 4-11	Sarung tangan	28
Gambar 4-12	NaOH.....	28
Gambar 4-13	Alumunium.....	29
Gambar 4-14	Proses pembersihan material	29
Gambar 4-15	Material setelah dibersihkan	30
Gambar 4-16	Proses <i>anodizing</i>	31
Gambar 4-17	Material sebelum dan sesudah proses pewarnaan.....	31

Gambar 4-18 Material setelah proses pewarnaan32
Gambar 5-1 Material.....34



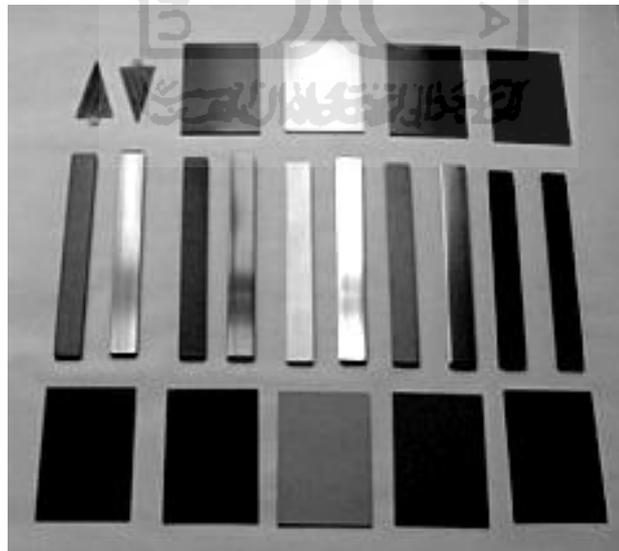
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi saat ini semakin meningkat bersamaan dengan semakin meningkatnya kebutuhan masyarakat akan produk – produk terutama produk yang bersifat fisik. Dan manusia selalu berusaha untuk memperbaharui teknologi yang lebih baik dengan tujuan semua kebutuhan manusia akan terpenuhi. Untuk memenuhi kebutuhannya manusia cenderung memilih barang – barang yang murah dan mudah didapat, maka banyak muncul teknologi yang menggunakan konsep itu.

Salah satu teknologi yang menggunakan konsep seperti itu adalah pelapisan logam dengan *anodizing*. Dimana metode *anodizing* banyak digunakan dalam dunia industri. Proses *anodizing* dengan bantuan listrik ini bertujuan untuk melindungi bahan yang dilapisi dari karat serta memperbaiki mutu dari sifat permukaan benda kerja serta memperindah penampilannya.



Gambar 1-1 Produk *Anodizing*

Secara umum produk *anodizing* dapat kita temukan dipasaran, terutama dalam bentuk asesoris kendaraan bermotor, yang tentunya memiliki nilai jual yang lebih baik.



Gambar.1-2 *Anodizing* pada produk otomotif

Seiring dengan berkembangnya pasar dan animo masyarakat untuk produk – produk *anodizing*, yang mempunyai nilai tambah dan keunggulan akan variasi warna yang dihasilkan dari metode ini maka perlu diadakannya penelitian mengenai proses *anodizing*.

Berdasarkan realitas inilah maka dilakukan penelitian pada bidang pewarnaan logam Alumunium, karena alumunium banyak digunakan dalam kehidupan sehari – hari yaitu dalam dunia otomotif, *accessoris* rumah tangga dan bahkan untuk karya seni.

Pada penelitian ini menghasilkan sebuah alumunium warna dengan metode *anodizing*, dimana zat warna masuk dan meresap kedalam pori – pori material, Setelah sebelumnya melewati proses pembersihan dan elektro-kimia.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana memahami teori dan aplikasi pewarnaan logam dengan *anodizing*.

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini agar ruang lingkup pembahasan menjadi jelas dan tidak meluas ke hal – hal yang tidak diinginkan. Pembatasan masalah dalam penelitian ini meliputi :

1. Larutan elektrolit yang digunakan adalah asam sulfat (H_2SO_4).
2. Material yang digunakan adalah aluminium.
3. Analisa kimia dan material dalam tugas akhir ini tidak dibahas secara mendetail.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan mempelajari proses pewarnaan logam dengan metode *anodizing*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian menjelaskan tentang manfaat dari penelitian yang akan diperoleh apabila tujuan penelitian dapat tercapai, dalam hal ini manfaat penelitian adalah :

1. Memahami proses pewarnaan logam aluminium dengan metode *anodizing*.
2. Mendapat pengalaman tentang *anodizing*

1.6 Sistematika Penulisan Laporan

Sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri dari beberapa bab, yaitu : Bab I berisi mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dari tugas akhir ini. Bab II memuat tentang dasar teori yang berhubungan dengan penelitian tugas akhir ini. Bab III menerangkan tentang penelitian *anodizing*, diagram alir, alat dan bahan yang digunakan, serta gambaran umum dalam penelitian pewarnaan logam aluminium dengan metode *anodizing*. Bab IV berisi mengenai tahapan penelitian pewarnaan logam aluminium. Bab V menjelaskan mengenai evaluasi percobaan pewarnaan logam aluminium yang dihasilkan, serta pembahasan dan analisa kegagalan dalam proses percobaan pewarnaan logam aluminium dengan metode *anodizing*. Bab VI memuat

kesimpulan dan saran berdasarkan hasil dari pewarnaan logam aluminium yang telah dilakukan.



BAB 2

LANDASAN TEORI

Pelapisan logam (*plating*) adalah pelapisan suatu benda logam dengan suatu lapisan tipis logam lain dengan cara elektrolisis.

Berdasarkan *North American Industry Classification System* (NAICS) dengan code 33281, mengkategorikan kegiatan yang berhubungan dengan logam/metal :

- *Electroplating*
- *Plating*
- *Anodizing*
- *Coloring*
- *Buffing*
- *Pollishing*
- *Cleaning/sandblasting*

2.1 *Plating*

Plating adalah istilah umum yang digunakan untuk merujuk kepada berbagai reaksi kimia fisik, dan / atau proses elektrokimia (misalnya, *electroplating*, *electroless- plating*, *buffing*, *polishing*, *anodizing*, dll) yang digunakan untuk memperbaiki permukaan produk, sehingga didapatkan :

- Peningkatan tampilan
- Peningkatan daya tahan
- Peningkatan fungsi

Secara umum industri yang memiliki peralatan/mengerjakan plating adalah Industri *Aerospace*/pertahanan, Industri elektronik/PCB, otomotif, perhiasan dan industri krom. (Robert Brushia, Ph.d , 2008)

2.2 *Electroplating*

Electroplating didefinisikan sebagai perpindahan ion logam dengan bantuan arus listrik melalui elektrolit sehingga ion logam mengendap pada benda padat

konduktif membentuk lapisan logam. Ion logam diperoleh dari elektrolit maupun berasal dari pelarut anoda logam ke dalam elektrolit. (Purwanto Syamsul Huda , 2005)

Jenis – jenis *electroplating* :

2.2.1 Pelapisan Seng

Banyak sekali bahan-bahan dari besi atau baja yang dilapisi dengan logam seng dengan berbagai tujuan, diantaranya adalah :

- Melindungi bahan dasar dari korosi
- Memberikan suatu dasaran yang bagus untuk pengecatan
- Memberikan penampilan yang lebih bagus dan menarik dari benda dasarnya
- Hasil pelapisan seng berwarna putih kebiru-biruan

2.2.2 Pelapisan Tembaga

Tembaga atau *Cuprum* (*Cu*) merupakan logam yang banyak sekali digunakan, karena mempunyai sifat hantaran arus dan panas yang tinggi.

2.2.3 Pelapisan Nikel

Nikel merupakan logam pelapis yang digunakan secara luas dalam industry plating, baik untuk aplikasi dekoratif maupun protektif. Kemampuannya melapisi nikel dengan kekerasan sedang dan kecemerlangan tinggi, menjadikannya sebagai suatu pilihan terbaik untuk pelapisan dasar.

2.2.4 Pelapisan Krom

Krom merupakan logam yang digunakan secara luas saat ini baik untuk keperluan perabot rumah tangga, kendaraan bermotor maupun logam pada industri. Pemakaian krom tidak dalam bentuk murni tetapi dilapiskan pada suatu benda padat dari logam lain.

2.2.5 Pelapisan Kuningan

Brass atau kuningan merupakan campuran antara seng dengan tembaga sehingga sifatnya seperti seng dan tembaga. *Electroplating* kuningan merupakan salah satu macam pelapisan tahap akhir pada suatu logam dengan tujuan untuk memperbaiki penampilan dari suatu produk.

2.2.6 Pelapisan Emas

Emas adalah logam mulia yang banyak digunakan untuk perhiasan, dekoratif dan mata uang. Pelapisan emas merupakan upaya untuk memberikan efek lapisan tipis pada permukaan benda kerja sehingga mirip dengan emas.

2.3 Anodizing

Menurut definisinya *anodizing* merupakan proses pelapisan dengan cara *elektrolisis* untuk melapisi permukaan logam dengan suatu material ataupun oksida yang bersifat melindungi dari lingkungan sekitar. Dari definisi tersebut dapat diketahui bahwa prinsip dasar proses *anodizing* adalah elektrolisis. Proses elektrokimia yang merupakan proses kimia yang mengubah energi listrik menjadi energi kimia. Pada proses ini komponen yang terpenting dari proses elektrolisis ini adalah elektroda dan elektrolit. Pada elektrolisis, katoda merupakan kutub negatif dan anoda merupakan kutub positif. (Boyer Haward E, 1986)



Gambar 2-1 Produk

2.3 Elektrolessplating

Adalah pelapisan logam melalui pengendapan kimia. Pengendapan ini tidak memerlukan bantuan arus listrik, namun melalui reaksi kimia (Purwanto Syamsul Huda 2005). Contoh dari proses ini adalah proses pengecatan atau proses pencelupan pada logam cair yang dikenal sebagai *hot-dipping*, pengendapan logam dari fase uap ke fase padat menggunakan *chemical vapour deposition (CVD)*

2.4 Urutan Anodizing

adalah proses yang digunakan untuk memberikan ketahanan korosi atau kekerasan permukaan logam. (Robert Brushia, Ph.D & Rita Hypnarowski, 2008)

Proses *anodizing* aluminium menurut Canning (1978) adalah :

2.4.1 Cleaning

Proses pembersihan pada permukaan aluminium dari kotoran dari proses sebelumnya, pembersihan ini dilakukan dengan cara mekanik yaitu dengan kertas gosok/amplas.

2.4.2 Rinsing

Proses membersihkan aluminium dari minyak dan lemak yang berasal dari proses sebelumnya atau terpegang oleh tangan, proses pencucian dilakukan dengan detergen atau sabun cuci.

2.4.3 Etching

Proses menghilangkan lapisan oksida pada permukaan aluminium yang tidak dapat dihilangkan dengan proses sebelumnya. Atau proses persiapan permukaan logam sebelum *electroplating* dengan larutan kimia yang tujuannya untuk menghapus/membersihkan permukaan logam.

2.4.4 Final Anodizing

Proses persiapan *anodizing* menurut Rahayu (1996) pada temperatur 20 - 25 °c dengan tegangan listrik DC 10 – 12 V dimana benda kerja Aluminium dipasang pada anoda (+) dan katoda (-) logam Timbel.

Menurut AACOA. inc ada beberapa tipe finishing *anodizing* yaitu :

1. *Clear*

- Transparan dan memungkinkan aluminium terlihat
- Ketebalan lapisan bervariasi berdasarkan spesifikasi

Tabel 2-1 Ketebalan lapisan *anodizing*

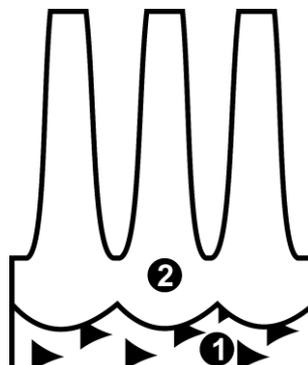
<i>Specification</i>	<i>Coating Thickness</i>	<i>Specification</i>
A21	<0.1 mil or <3 microns	<i>Flash</i>
A211	0.1 mil or 3 microns	201
A212	0.2 mil or 5 microns	202
A31	0.4 mil or 10 microns	204
A41	0.7 mil or 18 microns	215

2. *Hardcoat*

- *Anodizing* dengan temperatur rendah
- Lebih tebal dari standart *anodizing*
- Diaplikasikan untuk tahan terhadap tingkat keausan tinggi

1. Aluminium

2. *Hardcoating*



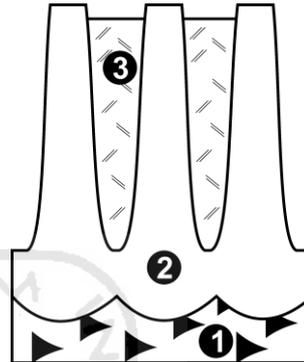
3. *Absorptive dye*

- Penyerapan molekul organik dan non-organik kedalam pori – pori lapisan
- Warna yang digunakan tidak terbatas
- Warnanya agak memudar dibanding jenis *coating* lainnya

1. Aluminium

2. *Coating*

3. Pewarna organik/non-organik



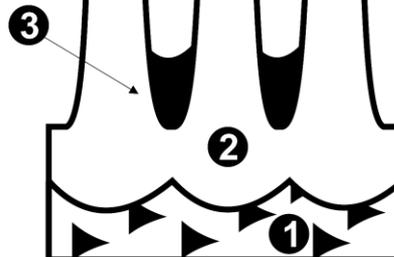
4. *Electrolity two-step*

- Tahap awal, clear *anodizing*
- Tahap kedua, elektrolit warna
 - Penyepuhan logam dalam dasar pori – pori lapisan
 - Pewarnaan perunggu dari champagne ke hitam

1. Aluminium

2. *Anodic*

3. Endapan logam, bisa timah/cobalt



2.5 Oksidasi dan Reduksi

Jim Clark dalam www.chem-is-try.org pengertian oksidasi dan reduksi adalah transfer oksigen, hidrogen dan elektron.

Istilah oksidasi dan reduksi asalnya mengacu pada mendapat atau kehilangan oksigen pada suatu zat. Kedua istilah tersebut sekarang sudah diperluas penggunaannya, yakni termasuk dalam mendapatkan atau kehilangan hidrogen dan elektron. Selalu ada perpindahan elektron dalam reaksi yang melibatkan oksida dan reduksi. Berarti tingkat *oksidasi* satu atau lebih unsur selalu berubah.

2.5.1 Oksidasi

- Suatu unsur atau senyawa yang mendapat oksigen

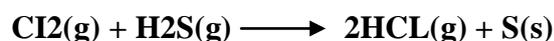


Dimana : 2CuO(s) Zat pengoksidasi

C(s) Unsur teroksidasi

$\text{CO}_2\text{(g)}$ Karbon mengikat oksigen

- Suatu senyawa kehilangan hidrogen

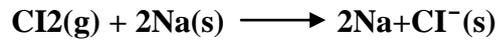


Dimana : $\text{Cl}_2\text{(g)}$ Zat pengoksidasi

$\text{H}_2\text{S(g)}$ Unsur teroksidasi

S(s) Hidrogen sulfida kehilangan hidrogen

- Suatu atom atau ion kehilangan elektron



Dimana : $\text{Cl}_2(\text{g})$ Zat pengoksidasi

$2\text{Na}(\text{s})$ Unsur teroksidasi

$2\text{Na} + \text{Cl}^-(\text{s})$ Natrium kehilangan elektron

Suatu zat yang mengalami oksidasi dikatakan teroksidasi dan tingkat oksidasinya bertambah. Oksidasi berlawanan dengan reduksi.

Zat pengoksidasi atau oksidator adalah suatu zat yang menerima elektron, sehingga menyebabkan oksidasi pada zat lain. Zat pengoksidasi selalu tereduksi dalam suatu reaksi.

2.5.2 Reduksi

- Suatu senyawa kehilangan oksigen



Dimana : $2\text{CuO}(\text{s})$ Senyawa tereduksi

$\text{C}(\text{s})$ Zat pereduksi

$2\text{Cu}(\text{s})$ Tembaga (II) oksida kehilangan oksigen

- Suatu senyawa atau unsur mendapat hidrogen

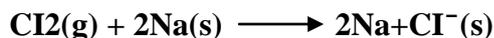


Dimana : $\text{Cl}_2(\text{g})$ Unsur tereduksi

$\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ Zat Pereduksi

$2\text{HCl}(\text{g})$ Klorin mendapat hidrogen

- Suatu atom atau ion mendapat elektron



Dimana : $\text{Cl}_2(\text{g})$ Unsur tereduksi

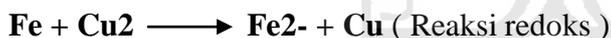
$2\text{Na}(\text{s})$ Zat pereduksi

$2\text{Na} + \text{Cl}^-(\text{s})$ Klorin mendapat elektron

Suatu zat yang mengalami reduksi dikatakan tereduksi dan tingkat oksidasinya berkurang, reduksi berlawanan dengan oksidasi.

Zat pereduksi atau reduktor adalah suatu zat yang memberikan elektron, sehingga menyebabkan reduksi pada zat lain. Zat pereduksi selalu teroksidasi dalam suatu reaksi.

Contoh lain dari reaksi redoks, yaitu sebatang paku besi (Fe) dicelupkan kedalam larutan CuSO_4 (Tembaga sulfat) akan terjadi reaksi redoks. Yaitu ketika sebatang paku dicelupkan kedalam larutan CuSO_4 yang berwarna biru akan terlapisi oleh logam tembaga yang berwarna kemerah – merahan. Reaksi yang terjadi adalah :



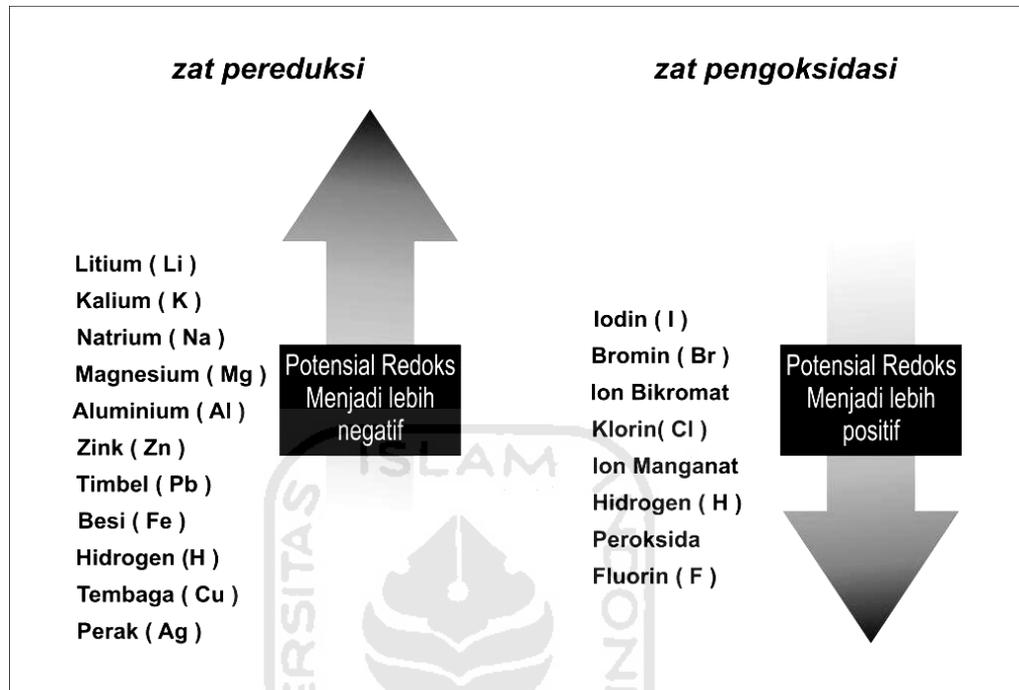
Pada reaksi diatas sebatang paku (Fe) mengalami oksidasi dengan melepas elektron dan sedangkan ion tembaga mengalami reduksi dengan menangkap elektron, dalam setengah reaksi dapat dituliskan :



2.5.3 Deret Redoks

Sebuah daftar zat yang disusun berdasarkan urutan potensial redoksnnya, zat dengan potensial redoks paling negatif diletakan paling atas. Suatu zat biasanya mengoksidasi setiap zat yang ada diatasnya dalam deret itu dan mereduksi setiap zat yang ada dibawahnya. Selanjutnya zat dipisahkan dalam deret, yaitu lebih

mudah mengoksidasi atau lebih mudah mereduksi satu sama lain. Adalah sebagai berikut :



Gambar 2-2 Deret redoks (Trisnamiati,2000)

2.6 Elektrolisis

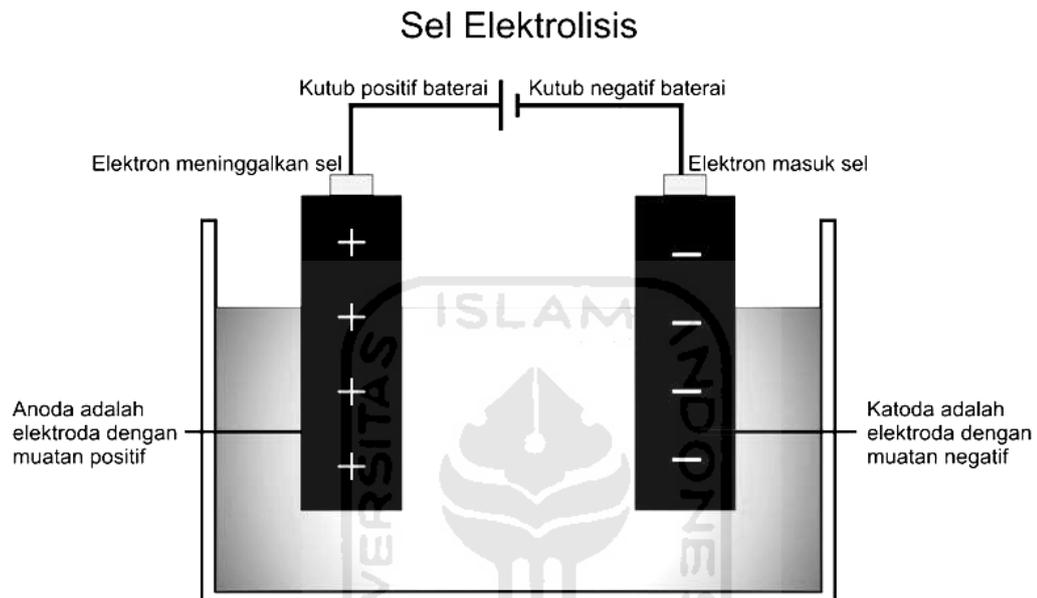
Elektrolisis adalah istilah untuk menjelaskan perubahan kimia yang terjadi ketika suatu arus listrik dilewatkan pada suatu larutan yang mengandung ion.

2.6.1 Elektrolit

Suatu senyawa yang menghantarkan listrik ketika meleleh atau dalam larutan akueus (suatu pelarut yang mengandung air), dan mengurai selama elektrolisis. Semua senyawa ion adalah elektrolit. Senyawa ion menghantar listrik karena ketika meleleh atau dalam larutan, ion – ionnya bebas bergerak. Contohnya asam sulfat.

2.6.2 Elektroda

Apabila dua buah benda padat disambungkan dengan arus listrik dan dicelupkan kedalam elektrolit, bagian yang tersambung dengan kutub positif disebut anoda dan yang tersambung dengan kutub negatif disebut katoda.

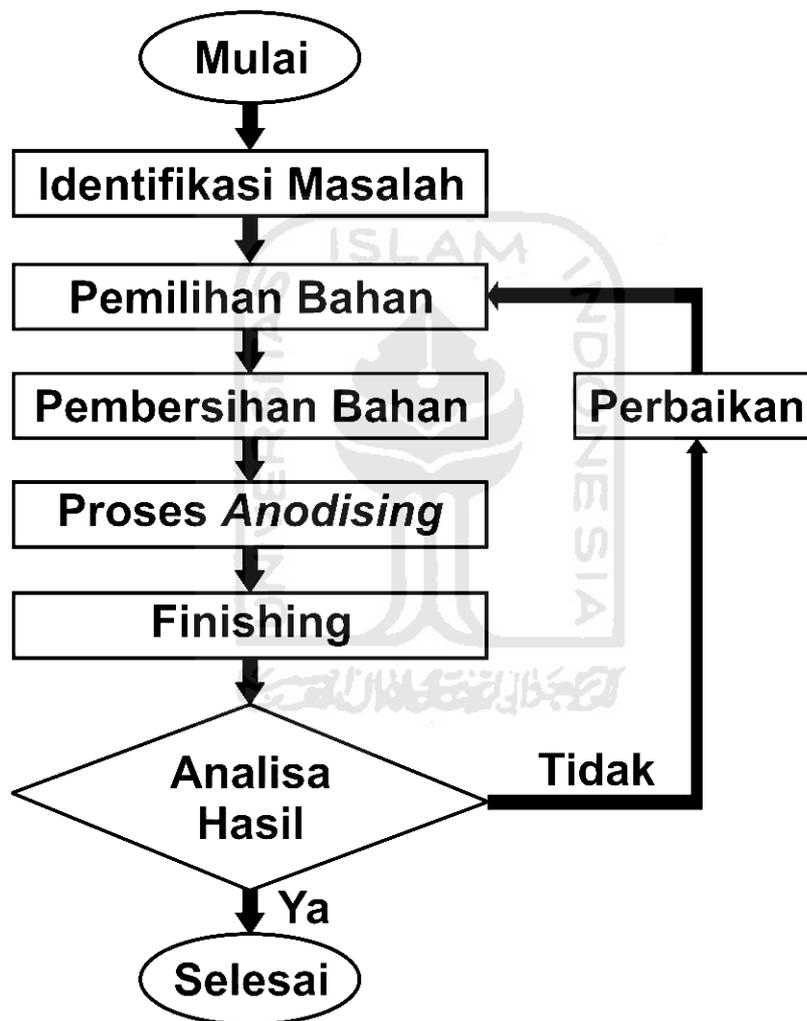


Gambar 2-3 Sel Elektrolisis (Trisnamiati,.2000)

BAB 3
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Gambar 3.1 merupakan Diagram Alir Proses pewarnaan aluminium dengan metode *Anodizing*.



Gambar 3-1 Diagram alir proses *Anodizing*

3.2 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Pada sub bab ini dijelaskan prosedur pelaksanaan secara garis besar, untuk penjelasan detailnya akan dijelaskan di bab berikutnya.

3.2.1 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan tahapan awal dari tugas akhir ini. Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan informasi sebanyak-banyaknya tentang proses *anodizing*, yaitu :

- a. Mencari referensi dari internet, yaitu dengan mengumpulkan data, artikel dan video tentang *anodizing*, sesuai dengan peraturan, bahwa referensi harus dari sebuah web profesi yang resmi, maka tidak semua artikel bisa dijadikan referensi, AACOA.inc salah satu web yang dijadikan referensi.
- b. Mencari referensi buku, secara umum untuk buku lebih spesifikasi ke proses krom dan untuk khusus *anodizing* memang belum ditemukan.
- c. Mengunjungi tempat kroom di Bogem, Condongcatur dan Bantul, bermaksud mencari informasi atau referensi mengenai *anodizing*, karena secara teknis proses kroom dan *anodizing* hampir sama, namun hampir semua tempat kroom tidak bisa menjelaskan dan bahkan tidak mampu untuk *anodizing*, dengan alasan rata – rata berkisar sekitar pewarna yang mahal.
- d. Konsultasi di Lab.MIPA, untuk konsultasi dengan Lab. MIPA berhubungan dengan pewarna, sebenarnya konsultasi juga dilakukan dengan pihak Teknik Kimia – Tekstil atas rekomendasi dari pihak MIPA, dengan alasan teknik Kimia lebih paham masalah pewarnaan. Dari konsultasi dengan Laboran Teknik Kimia, maka dicoba pewarnaan dengan pewarna tekstil, namun hasilnya gagal. Sedangkan untuk Lab.MIPA dilakukan analisis dari pewarna Basis.
- e. Konsultasi di BLKI Solo, menurut informasi yang diterima, bahwa pada tahun 2007 ada latihan/praktek *anodizing* di BLKI solo. Namun ketika coba tanyakan hal tersebut, ternyata semenjak 2008 sudah tidak ada lagi, dikarenakan tidak adanya pengajar.

f. Konsultasi dengan BRATACHEM, konsultasi ini lebih bersifat ke bahan kimia, yaitu konsultasi mengenai bahan pembersih, elektrolit dan pewarna. Namun tidak semua kimia untuk kebutuhan penelitian tersedia, karena adanya peraturan pemerintah tentang jual-beli bahan kimia.

3.2.2 Pemilihan Bahan

Pemilihan bahan dilakukan setelah identifikasi masalah, yaitu proses pencarian informasi tentang bahan yang akan dipakai pada proses penelitian, lokasi penjual dan harga, pemilihan bahan meliputi aluminium, catu daya, cairan elektrolit dan pewarna.

Dalam pemilihan bahan, faktor ketersediaan dan harga barang menjadi salah satu faktor yang menjadi prioritas.

Alat dan bahan yang digunakan adalah :

Tabel 3-1 Tabel Bahan dan material

No	Nama Bahan/Material	Nama Toko
1	Asam Sulfat (H ₂ SO ₄)	Bratachem, Asialab.
2	NaOH	Bratachem
3	Basis (Pewarna)	Toko Kimia Ngasem Baru
4	Amplas/kertas gosok	Toko Material
5	Sarung tangan	Asialab
6	<i>Power Supply</i> montana	Toko Elektronik Sagan
7	Bak Plastik	Progo
8	Aluminium Plat	Toko material, Bringharjo
9	Aquades	Asialab
10	Gelas ukur	Asialab
11	<i>Thermometer</i>	Asialab
12	Kabel tembaga	Toko Elektronik Sagan
13	Masker	Asialab

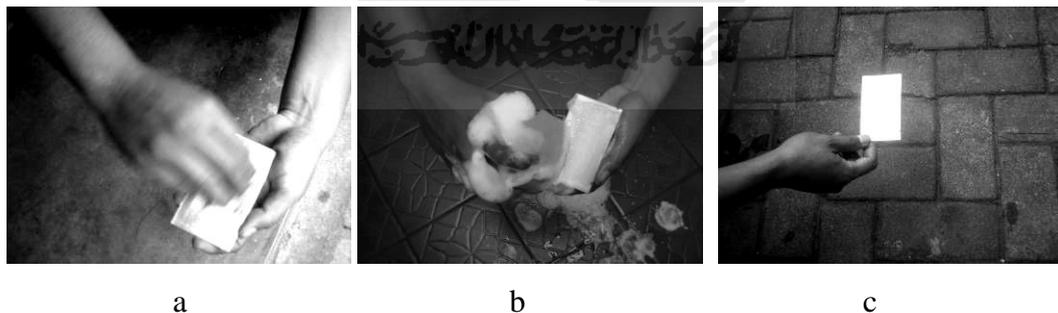
- Asam Sulfat (H_2SO_4) dipilih karena merupakan elektrolit yang murah serta terdapat banyak dipasaran.
- NaOH dipilih sesuai dengan konsultasi dengan BRATACHEM, bahwa informasi yang didapatkan untuk pembersihan aluminium, harga dan ketersediaan barang juga menjadi faktor utama.

Untuk beberapa bahan kimia terdapat ketentuan khusus, sesuai dengan peraturan pemerintah untuk jual beli bahan kimia, sehingga ada beberapa bahan kimia yang semula direncanakan untuk dimasukkan dalam percobaan ditiadakan.

3.2.3 Pembersihan Bahan

Setelah proses pemilihan bahan, proses selanjutnya adalah pemotongan material dan pembersihan bahan atau cleaning, hal ini dilakukan supaya material tetap bersih dari minyak, gramm atau dari peoses sebelumnya. Karena dengan bersihnya material maka proses pewarnaan bisa menjadi lebih merata yaitu tidak tertutupnya pori – pori material oleh material lain selama proses pewarnaan.

Pembersihan meliputi bak elektrolit dan material aluminium.



Gambar 3.2 Proses pembersihan ; a. Pembersihan dengan kertas gosok ; b. Pembersihan dengan detergen ; c. Material setelah dibersihkan

Proses pembersihan berlanjut dengan etching atau menghilangkan kotoran dari proses – proses yang terjadi sebelumnya dengan mengikis sedikit permukaan material dengan larutan kimia NaOH.

3.2.4 Proses Anodizing

Dalam tugas akhir ini proses *anodizing* aluminium dilakukan dalam skala kecil, dengan menggunakan pewarna basis, elektrolit asam sulfat dan catu daya 12 volt serta variasi waktu celup.

Langkah awal proses *anodizing* ini adalah pemotongan, kemudian pembersihan material terutama aluminium, dengan cara dicuci dengan detergen, lalu di amplas supaya rata dan menghilangkan sisa – sisa kotoran yang menempel, selanjutnya material aluminium dicuci dengan detergen.

Untuk langkah kedua material aluminium di etsa dengan NaOH, berguna untuk mengangkat kotoran yang masih terdapat pada pori – pori aluminium. Setelah material siap, proses *anodizing* siap dilaksanakan.

3.2.5 Finishing

Proses finishing dilakukan dengan cara memanaskan material yang telah melalui proses *anodizing* dengan mencelupkan material kedalam larutan t yang bersuhu minimum 90'.

BAB 4

PERCOBAAN

4.1. Kriteria Pemilihan Bahan

Dalam penelitian ini alat dan bahan yang digunakan adalah :

- a) Aluminium pelat dengan ketebalan 2mm kemurnian sekitar 80%



Gambar 4-1 Aluminium

Material aluminium yang digunakan adalah aluminium plat dengan ketebalan 2 mm, dan kemurnian sekitar 80 %, aluminium plat ini dijual di pasaran, dengan bentuk lembaran. Adapun sifat dari aluminium yaitu keras, ringan, dapat ditarik, dapat ditempa, penghantar listrik dan panas yang baik

- b) Sumber Arus Searah (DC)



Gambar 4-2 Sumber Arus Searah (DC)

Sumber arus searah yang lazim digunakan adalah *rectifier*. *Rectifier* merupakan alat untuk mengubah arus bolak – balik (AC : *alternating current*)

menjadi arus searah (DC : *direct current*). Arus DC dapat diperoleh juga dengan menggunakan daya dari *accumulator/accu*.

Spesifikasi :

- Model : Montana SPS 7-A
- 220V AC Input
- Regulated Output DC 12V, Amp 5A
- LED Volt Indikator

c) Asam sulfat



Gambar 4-3 Asam Sulfat

Asam sulfat digunakan sebagai elektrolit dalam penelitian ini, asam sulfat merupakan suatu cairan berminyak, tak berwarna dan korosif. Asam sulfat encer mengandung kira – kira 2% air, zat ini bersifat higroskopis dan suatu zat pengoksidasi yang sangat kuat

d) Aquades



Gambar 4-4 Aquades

Larutan pengencer yang digunakan dalam penelitian ini adalah aquades yang beredar di pasaran, aquades sendiri sering juga disebut air suling dengan ph mencapai 0.

e) Gelas ukur



Gambar 4-5 Gelas Ukur

Gelas ukur digunakan untuk menentukan campuran dari bahan – bahan yang akan digunakan dalam proses percobaan, seperti komposisi asam sulfat dan aquades.

f) *Thermometer*Gambar 4-6 *Thermometer*

Thermometer dalam percobaan ini berfungsi untuk mengetahui suhu saat proses *anodizing* berlangsung, yaitu pada saat proses anodisasi dan celup warna. Sebagai contoh pada proses sealler setelah celup warna, material diseller dengan cara dicelupkan kedalam aquades dengan suhu 90' atau lebih, untuk mengontrol ini maka *Thermometer* digunakan.

g) Bak plastik



Gambar 4-7 Bak Plastik

Bak plastik digunakan sebagai wadah larutan, dan proses *anodizing*. Bak plastik digunakan sebagai wadah larutan selain murah dan banyak tersedia dipasaran karena pada proses plating, wadah harus tahan terhadap korosi.

h) Amplas



Gambar 4-8 Kertas Gosok / Amplas

Amplas atau kertas gosok digunakan untuk menghaluskan dan membersihkan material aluminium dari kotoran dan sisa – sisa proses sebelumnya.

i) Kabel Tembaga



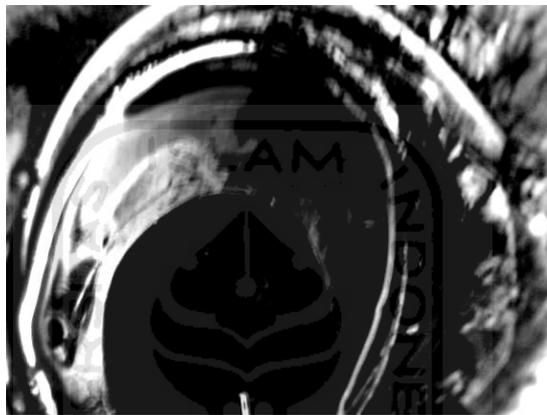
Gambar 4-9 Kabel Tembaga

Penghantar arus yang digunakan berupa bahan yang mempunyai hantaran arus yang besar, biasanya berupa tembaga atau campurannya berbentuk kabel, batang plat ataupun pipa (Purwanto & Syamsul, 2005).

j) Timer

Untuk mengukur waktu *electroplating* dan celup warna

k) Pewarna Basis



Gambar 4-10 Pewarna Basis

Pewarna atau pigmen yang digunakan dalam percobaan ini adalah pewarna Basis ungu.

Alasannya menggunakan pewarna ini karena pada saat percobaan pewarna ini dapat memberikan hasil yang cukup baik dibandingkan pewarna lainnya yang dicoba, hal ini bias karena terdapatnya kandungan logam dalam pewarna basis.

Adapun komposisi logam dari pewarna ini, berdasarkan uji laboratorium MIPA UII adalah sebagai berikut :

Jenis/nama sample : Basis 100

Parameter : Cr, Ni, Cu, Fe

Hasil Pengujian Pewarna Basis Ungu

Tabel 4-1 Tabel Hasil Pengujian Pewarna Basis Ungu

No	Label Pelanggan	Label lab Terpadu	Parameter	Hasil Uji	Satuan	Metode
1	Sample	258-1	Cr	< 0.0017	Mg/g	-
2	Sample	258-2	Ni	< 0.0065	Mg/g	-
3	Sample	258-3	Cu	< 0.0127	Mg/g	-
4	Sample	258-4	Fe	0.2867	Mg/g	-

1) Sarung Tangan



Gambar 4-11 Sarung Tangan

Sarung tangan digunakan untuk keselamatan dalam proses percobaan ini, menggunakan sarung tangan karet dan kain.

m) NaOH



Gambar 4-12 NaOH

Fungsi dari NaOH ini sendiri untuk menghilangkan lapisan – lapisan teratas dari material yang kotor akibat proses – proses sebelumnya, atau terkena minyak dan tidak dapat dibersihkan dengan cara dicuci dengan detergen ataupun mekanik (dengan kertas amplas/gosok)

1.2.1 Setup Percobaan

Tahapan persiapan yaitu:

- Pemotongan material aluminium menjadi beberapa bagian



Gambar 4-13 Potongan aluminium

- Persiapan wadah/bak plastik untuk wadah larutan
- Persiapan dan instalasi kabel dari sumber arus
- Pengukuran takaran aquades dan asam sulfat untuk larutan elektrolit

Tahap pembersihan/cleaning

- Pembersihan material dengan kertas gosok/ampelas



Gambar 4-14 Proses pembersihan material dengan kertas gosok

- Pembersihan material dengan NaOH
- Pembersihan material dengan detergen



Gambar 4-15 Proses pembersihan material dengan detergen



Gambar 4-16 Material setelah proses pembersihan

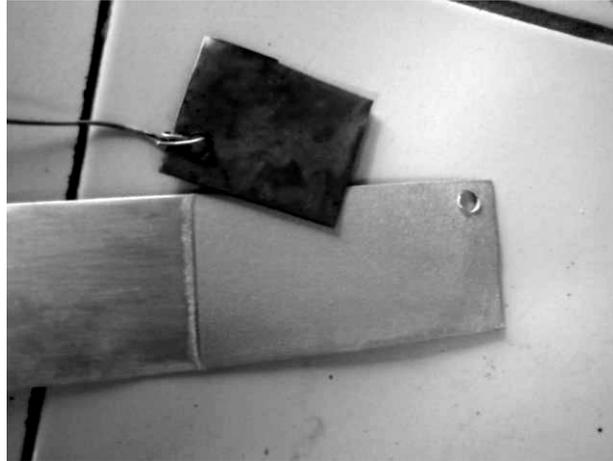
4.3 Proses *Anodizing*

Setelah proses persiapan dan pembersihan material serta setup alat selesai, tahap selanjutnya yaitu proses *anodizing*, langkah proses *anodizing* tersusun sebagai berikut:

- Memasukan 0.5 liter aquades kedalam wadah plastik
- Mencampurkan asam sulfat 200ml kedalam wadah plastic yang telah berisi aquades 0.5 L secara perlahan-lahan.
- Campurkan lagi aquades 0.5L kedalam larutan aquades + asam sulfat yang sebelumnya telah tercampur didalam bak plastic secara perlahan.
- Biarkan campuran aquades + asam sulfat mendekati suhu ruang, sekitar 25 – 32 ‘c.
- Sambungkan kabel berbahan tembaga dari kutub positif ke anoda (alumunium) dan kutub negative ke katoda
- Setelah larutan memiliki suhu ruang, lakukan percobaan ditempat terbuka dan mempunyai sirkulasi udara yang cukup, dikarenakan selama percobaan akan terjadi reaksi yang memiliki bau, dan mungkin berbahaya pada kesehatan.
- Celupkan material kedalam larutan, hidupkan sumber arus. Catat waktu mulai arus mengalir material dan larutan.
- Lakukan percobaan dengan variasi waktu tertentu.
- Hentikan sumber arus ketika proses selesai, angkat material alumunium dan keringkan (diangin-anginkan)



Gambar 4-16 Proses *anodizing*



Gambar 4-17 Material sebelum dan sesudah proses pewarnaan

4.4 Proses Pewarnaan

- Siapkan pewarna dalam sebuah wadah bersih
- Celupkan material yang sebelumnya telah melalui proses *anodizing*
- Lakukan dengan variasi waktu tertentu
- Setelah material tercelup sempurna, angkat dan keringkan
- Lakukan proses sealer dengan mencelupkan material yang telah diwarnai kedalam aquades yang memiliki suhu 90°c (mendidih) selama 5 menit.
- Angkat material dan keringkan.

4.5 Hasil Pewarnaan

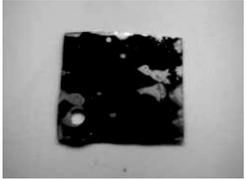


Gambar 4-18 Material setelah proses pewarnaan

BAB 5 PEMBAHASAN

5.1 Data Percobaan

Tabel 5-1 Hasil percobaan

Image	Material	Bahan Warna	Waktu Elektrolisis	Waktu Celup Warna	Warna Berdasarkan RGB
	AL	Basis Ungu	15 Menit	85Menit	R: 19 G : 0 B : 59
	AL	Basis Ungu	15 Menit	50 Menit	R : 30 G : 0 B : 41
	AL	Basis Ungu	5 Menit	25 Menit	R : 27 G : 23 B : 40

Dari hasil percobaan dapat kita amati beberapa hal, yaitu :

Lamanya waktu *electroplating* dan pencelupan warna, berpengaruh terhadap kecerahan warna pada material aluminium. Karena semakin lama zat pewarna yang terserap akan semakin tebal dan membuat hasil warna menjadi lebih gelap.

Bentuk dan ukuran dari material mempunyai peranan penting dalam dalam menentukan waktu *electroplating* dan waktu celup warna. Yaitu pengaruhnya kedalam volume larutan, volume pewarna dan sumber arus, diman semakin besar suatu material maka dibutuhkan waktu lebih lama untuk proses elektropalting dan pewarnaan.

Proses awal atau proses pembersihan material sangat berpengaruh terhadap hasil pewarnaan. Jika pada proses awal terjadi kesalahan/tidak bersihnya material, maka hasil pewarnaan menjadi kurang baik, tidak rata dan bahkan pewarna tidak menyerap sempurna.

Komposisi dari larutan elektrolit mempunyai peranan penting dalam pengaruhnya terhadap *electroplating*. Hal ini bisa dilihat dari reaksi yang terjadi ketika larutan H_2SO_4 diberikan lebih banyak, maka reaksi akan menjadi lebih cepat.

5.2 Analisa Kegagalan

Analisa kegagalan membahas tentang tingkat kegagalan dan penyebab dari kegagalan yang terjadi, serta solusi masalah yang bias dilakukan untuk meminimalisir dari kegagalan tersebut.

5.2.1 Proses Pembersihan Material

Pada proses percobaan terdapat kegagalan, dikarenakan material yang masih kotor dan tidak rata, serta tempat/wadah material yang kurang bersih.



Gambar 5.1 Material dengan tingkat pewarnaan yang tidak merata

Gambar diatas menunjukkan hasil dari pewarnaan yang kurang sempurna atau tidak rata, karena kotorannya material, tercemarnya larutan warna, serta proses pembukaan pori – pori material pada saat *electroplating* yang kurang sempurna.

Hal diatas bisa disebabkan saat proses pembersihan material kurang baik, sehingga masih ada kotoran, minyak atau gramm yang menempel pada material. Serta kurang rataanya material pada saat penghalusan dengan kertas gosok, sehingga terjadinya perbedaan pewarnaan.

5.2.2 Power Supply / Catu Daya

Proses percobaan ini, secara langsung berhubungan dengan power supply, sebagai sumber arus untuk *anodizing*, terdapat kegagalan saat melakukan percobaan, yaitu power supply yang tidak bekerja akibat munculnya panas, dari proses *anodizing* ini yang menyebabkan power supply terbakar, untuk kasus ini, dalam percobaan selanjutnya power supply dikasih pendinging aktif berupa fan.

5.2.3 Pewarna

Ada beberapa pewarna yang telah dicoba dalam proses *anodizing* ini, yaitu pewarna textile dan basis. Namun dari 2 pewarna tersebut, hanya pewarna basis yang hasilnya cukup baik, bahkan untuk pewarna textile bisa dikatakan hampir tidak terjadi reaksi antara pewarna dan material.

Pewarna jadi sebenarnya tersedia dipasaran, walaupun jarang dan hanya daerah tertentu saja, karena sifatnya untuk sekala industri, namun harganya cukup mahal dan adanya minimal pembelian.

5.2.4 Bahan dan Material

Terjadi sedikit kendala disaat akan mencari bahan dan material, terutama bahan kimia, karena adanya limitasi atau pembatasan dari pemerintah untuk memperjual belikan bahan kimia tertentu, misalnya potasium dan amonia. Sehingga dalam proses percobaan ini dilakukan dengan bahan dan material yang mudah didapatkan dipasaran.

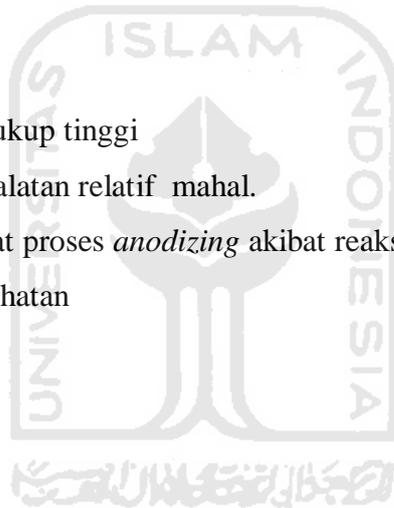
5.3 Kelebihan dan Kekurangan

Kelebihan

- Hasil *anodizing* lebih tahan lama dan tidak mengelupas. Ini karena pewarna masuk kedalam pori – pori material jadi bukan menempel diatas permukaan material seperti proses cat, yang bisa cepat mengelupas.
- Lebih tahan korosi. Karena sifatnya melindungi material.
- Hasil *anodizing* yang mengikuti kontur material, sehingga baik untuk material yang memiliki kontur kompleks.
- Menjadikan material memiliki nilai jual lebih, karena warnanya yang bagus dan artistik.

Kekurangan

- Tingkat kegagalan cukup tinggi
- Biaya bahan dan peralatan relatif mahal.
- Terjadinya polusi saat proses *anodizing* akibat reaksi kimia. Yang bisa membahayakan kesehatan



BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Proses pewarnaan logam dengan metode *anodizing* dapat menghasilkan pewarnaan yang tahan lama karena pewarna masuk kedalam pori – pori material.

Dari beberapa percobaan pewarnaan dengan metode *anodizing*, dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu celup semakin gelap. Sedangkan faktor yang menyebabkan kegagalan dalam proses pewarnaan ini adalah bahan atau material kurang bersih dari minyak dan sisa – sisa proses sebelumnya serta sumber arus yang tidak stabil.

Listrik semakin tinggi maka proses *anodizing* berlangsung cukup singkat, namun perlu dibatasi karena jika terlalu tinggi material dapat terkikis.

6.2 Saran

Dari penelitian proses pewarnaan logam dengan metode *anodizing* ini dapat diketahui bisa menghasilkan suatu produk yang memiliki nilai lebih yaitu nilai teknis, ekonomis dan artistik. Pembinaan dalam hal pemilihan zat pewarna kimia ke zat pewarna alami/natural dalam proses *anodizing* untuk mereduksi atau memperkecil polusi yang terjadi dari proses ini.

Ruangan khusus dengan ventilasi dan blower serta masker dan kaos tangan dalam proses *anodizing* diperlukan, untuk menghindari dampak lingkungan akibat reaksi yang terjadi selama proses *anodizing* berlangsung.

Arus listrik adalah sumber energi utama dalam proses *anodizing*, maka penggunaan sumber listrik yang stabil dan tahan panas saat digunakan sangat menunjang dalam proses ini.

DAFTAR PUSTAKA

- “Aluminium Anodizing by AACOA,inc On-line.” Available
<http://www.AACOA.com>
- Canning, Birmingham, UK 1978 “ *The Canning handbook of electroplating (22nd ed)*”
- Clark, jim.2009. “*anoda dan Katoda (On-Line)* “ Available at www.chemistry.org
- HS,Gumbolo. 2009. “ *Pewarna Tekstil dengan Zat Warna Alam* “ , Yogyakarta, Ardana Media.
- Hypnarowski Rita & Brushia Robert. 2008 “ *Electroplating Facility Inspection Manual* “ , Departement Of Toxic Substance Control.
- Karyana, Dede. 1998. “ *Struktur Zat Warna Reaktif dan Daya Celupnya* “ Bandung, Sekolah Tinggi Teknologi Tekstil.
- LeBlanc,Ryan. 2009. “ *The Effect Of Anodizing To Minimize Friction And Wear Of Aluminium Surface* “ , Renssealer Polytechnic Institute
- Purwanto & Syamsul, H. 2005. ” *Teknologi Indusri Elektroplating* “ , Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang.
- Rahayu. 1996 “*Kimia Endustri*” Direktoral Pembinaan Sekolah Kejurusan, Departemen Pendidikan Nasional.
- Trisnamiati,Agusniar.2000. “ *Kamus Kimia Bergambar* “ , Jakarta, Erlangga.

LAMPIRAN

