

**ANALISA VARIASI VOLTASE DAN WAKTU
PROSES ANODIZING TERHADAP BENDING STRENGTH DAN
KETEBALAN LAPISAN OKSIDA**

TUGAS AKHIR SARJANA

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Persyaratan Mata Kuliah Tugas Akhir*



OLEH :

**SAFIRI
17.331.0876**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2021**

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum, Wr. Wb.

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir sarjana ini. Adapun tujuan penulisan proposal tugas akhir sarjana ini adalah untuk memenuhi persyaratan guna mencapai tugas akhir sarjana teknik di Prodi Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.

Dibalik keberhasilan penulias dalam menyusun proposal tugas akhir sarjana ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, maka sudah sepantasnya penulis mengucapkan terima kasih yang sangat mendalam kepada semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penelitian dan penulisan proposal tugas akhir sarjana ini khususnya kepada :

1. Bapak Dr. Eng. Muslim, ST., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau yang telah memberi izin kepada penulis sehingga Proposal Tugas Sarjana ini dapat diselesaikan.
2. Dr. Kurnia Hastuti, ST., MT selaku Dosen Pembimbing Proposal Tugas Akhir Sarjana telah membantu dan membimbing dalam penyusunan proposal tugas akhir sarjana.
3. Bapak Ir. Syawaldi, M.Sc, selaku Ketua Prodi Teknik Mesin Universitas Islam Riau.

4. Kepada seluruh dosen Program Studi Teknik Mesin yang telah menuangkan ilmunya kepada saya.
5. Rekan - rekan seperjuangan yang telah membantu memberikan dorongan moral dalam pembuatan tugas akhir.

Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih yang tidak terhingga kepada semua pihak yang berperan dalam penyelesaian proposal tugas akhir sarjana. Semoga proposal tugas akhir sarjana ini dapat berguna dan bermanfaat bagi penulis dan pembaca untuk menambah ilmu pengetahuan dan wawasan.

Pekanbaru, 16 Maret 2021

Penulis,

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DARTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR NOTASI	vii
ABSTRAK	viii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Metode Penulisan	4
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 <i>Anodizing</i>	7
2.2 Faktor Yang Mempengaruhi Proses <i>Anodizing</i>	8
2.3 Alumunium	11
2.4 Sifat-Sifat Alumunium	13
2.5 Sifat Kimia Alumunium	15
2.6 Klasifikasi Alumunium dan Penggolongan Paduannya ...	16
2.7 Pembentukan Lapisan Oksida	17
2.8 Sifat Penerapan <i>Anodizing</i>	18
2.9 <i>Surface Treatment</i>	18
2.10 <i>Adhesion Testing</i>	19
2.10.1 <i>Coating Testing</i>	20

2.10.2	<i>Strength Testing</i>	20
2.11	<i>Microscope Digital Camera</i>	21

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Diagram Alir	22
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian	23
3.3	Alat Penelitian	23
3.4	Bahan Penelitian	29
3.5	Metode Proses <i>Anodizing</i>	34
3.6	Metode Pengambilan Data	36
3.6.1	Prosedur Pengujian Mikroskop	36
3.6.2	Prosedur Pengujian <i>Adhesivitas</i>	36
3.7	Jadwal Kegiatan Penelitian	38

BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1	Data Hasil Uji <i>Microscope</i>	39
4.1.1	Pelapisan Oksida (<i>Anodizing</i>)	39
4.2	Penimbangan Berat Alumunium 6061 T6	42
4.3	Hasil Uji <i>Adhesivitas</i>	45
4.4	Data Hasil Pengamatan Tampak Fisik	49

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	52
5.2	Saran	53

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian.....	44
---	----



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Elektroda Pada Proses <i>Anodizing</i>	9
3.1 Diagram alir penelitian	28
3.2 <i>Power Supply</i>	30
3.3 Kabel Penghubung	30
3.4 Bak Plastik	31
3.5 <i>Thermometer</i>	31
3.6 Gelas Ukur Plastik	32
3.7 <i>Stopwhatch</i>	32
3.8 Timbangan Digital	33
3.9 Alat Uji <i>Bending Strength</i>	33
3.10 Alat Uji <i>Mikroscope</i>	34
3.11 Asam Sulfat	35
3.12 <i>Phosporic Acid</i>	36
3.13 Asam Cuka	37
3.14 Larutan <i>Desmut</i>	37
3.15 Soda Api	38
3.16 Deterjen Murni	38
3.17 Air RO	39
3.18 Spesimen	39
3.19 Plat Alumunium Penghantar	40
3.20 Proses <i>Anodizing</i>	41
3.21 Skema Proses <i>Anodizing</i>	43
3.22 Skema Metode Uji <i>Bending Strength</i>	45

DAFTAR NOTASI

<u>Simbol</u>	<u>Notasi</u>	<u>Satuan</u>
t	Waktu	(menit)
V	Tegangan	(Volt)
I	Arus	(Ampere)
A	Luas penampang	(mm)
ρ	kerapatan logam pelapis	(g/cm ³)
F	Bilangan Faraday	(Coloumb)
\dot{S}	Laju (mm/menit)	Ketebalan
Wt	Berat lapisan teori	(gram)
V	Volume	(cm ³)
P	Daya	(N)
τ_a	<i>Yield Strength</i>	(N/mm ²)

ANALISA VARIASI VOLTASE DAN WAKTU PROSES ANODIZING TERHADAP BENDING STRENGTH DAN KETEBALAN LAPISAN OKSIDA

Safiri, Kurnia Hastuti

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau
Jl.Kaharuddin Nasution Km 11 No.113 Perhentian Marpoyan, Pekanbaru
Telp. 0761 – 674635 Fax. (0761) 674834

ABSTRAK

Anodizing merupakan proses pelapisan dengan cara elektrolisis untuk melapisi permukaan logam dengan suatu material ataupun oksida yang bersifat melindungi, memperbaiki sifat fisik dan mekaniknya. Pada proses *anodizing*, tegangan dan waktu memegang peranan penting dalam pembentukan lapisan oksida. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan mekanik pada lapisan oksida. Pada penelitian ini, material yang akan dilapisi adalah velg motor yang menggunakan alumunium 6061 sebagai anoda, dan alumunium penghantar sebagai katoda. Spesimen hasil *anodizing* diukur ketebalannya dan dilakukan pengujian *adhesivitas* untuk mengetahui kekuatan mekanik pada lapisan oksida. Tegangan yang digunakan adalah 16 volt dan 20 volt dan waktu pencelupan 5 menit, 10 menit, dan 15 menit. Spesimen hasil *anodizing* ditimbang dan diukur ketebalannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi tegangan yang di berikan dan lama waktu pencelupan, maka semakin tinggi nilai ketebalan yang didapat. Nilai ketebalan tertinggi diperoleh pada spesimen yang dicelup dengan tegangan 20 volt dalam waktu pencelupan 15 menit yaitu sebesar 49,24 μm . sedangkan nilai ketebalan terendah terjadi pada spesimen dengan tegangan 16 volt dalam waktu pencelupan 5 menit yaitu sebesar 30,22 μm . Tetapi, Dari hasil pengamatan tampak fisik yang bagus dengan warna biru cerah pada alumunium dengan tegangan 20 volt dan waktu pencelupan 10 menit. Penambahan tegangan dan waktu pada proses *anodizing* tidak banyak mempengaruhi penampilan fisik, namun demikian tegangan yang besar dan waktu yang lebih lama memberikan hasil biru lebih gelap dan tegangan yang kecil dan waktu yang sedikit memberikan hasil kecerahan warna biru yang kurang cerah. Pada pengujian *adhesivitas* pada *anodizing* terdapat sedikit perbedaan pada lapisan oksida dimana pada waktu pencelupan 10 menit terjadi sedikit kekasaran permukaan lapisan pada bagian lekukan yang terkena radius *bend test*, sedangkan dengan waktu pencelupan 15 menit terjadi lebih banyak kekasaran permukaan lapisan pada bagian lekukan yang terkena radius *bend test*, namun dengan waktu pencelupan 5 menit tidak terjadi kekasaran permukaan lapisan pada bagian lekukan yang terkena radius *bend test*. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu pelapisan akan berpengaruh pada tebal lapisan dan hasil *bend test*.

Kata kunci : *Anodizing*, Al 6061, *Adhesivitas*, *Bend Strength*.

1. Penulis
2. Pembimbing

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aluminium adalah logam yang banyak digunakan di bidang teknik karena mempunyai keunggulan antara lain ringan, mempunyai sifat penghantar panas, sifat pantul sinar yang baik dapat digunakan juga pada komponen mesin, alat penukar panas, dan komponen industri kimia (Wirosumarto dan Okumura ,2008). Bahan logam seperti aluminium adalah salah satu bahan yang sering dipakai untuk keperluan industri ataupun sebagai alat perabotan rumah tangga. Semua logam baik ferro maupun non ferro dapat mengalami korosi sehingga menurunkan daya tahan dan umur pemakaiannya. Untuk meningkatkan umur pakai aluminium adalah dengan melakukan proses pelapisan yang dikenal dengan *anodizing* untuk memperbaiki sifat mekanik pada material tersebut. *Anodizing* merupakan proses pelapisan dengan cara elektrolisis untuk melapisi permukaan logam dengan suatu material ataupun oksida yang bersifat melindungi, memperbaiki sifat fisik dan mekaniknya.

Pemanfaatan baja dengan kandungan carbon yang kecil dalam industry pengolahan ferro sangat besar digunakan sebagai aksesoris pada kendaraan bermotor. Velg motor yang biasa untuk pemakaian sehari-hari (jalan raya) sering menggunakan bahan aluminium standar 6061-T6 yang merupakan salah satu bagian dari komponen motor yang sangat penting. Untuk meningkatkan sifat fisis dan mekanis aluminium, maka proses *anodizing* menjadi salah satu alternatif. Proses ini tidak hanya

memperbaiki ketahanan korosi karena dapat meningkatkan ketebalan lapisan oksida di permukaan aluminium, anodizing juga dapat meningkatkan kekerasan permukaan aluminium. Secara alami, *anodizing* akan mengubah permukaan aluminium menjadi aluminium oksida yang akan menjadi sebuah selaput tipis yang disebut pori-pori dan ketebalan oksida aluminium akan naik seiring kenaikannya rapat arus dan waktu pencelupan yang lama dalam larutan elektrolit (Nugroho, 2015).

Pada proses *anodizing*, aluminium dipasang pada kutub positif (anoda) sehingga permukaannya mengalami reaksi oksidasi dan terbentuk suatu lapisan oksida aluminium pada permukaan benda, dan dalam *anodizing* aluminium membutuhkan larutan asam oksalat, dan asam sulfat (Santhiarsa, 2010).

Berdasarkan beberapa penelitian telah dilakukan, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh voltase dan waktu pada lapisan *anodizing* yang terbentuk, dan elektroda bisa menjadi sebuah anoda atau katoda tergantung dari voltase yang diberikan ke lapisan *anodizing*. Karena rapat arus berhubungan terbalik dengan tegangan listrik (*voltase*) dan rapat arus bukan satu-satunya penentu untuk menentukan kualitas lapisan.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun yang menjadi rumusan masalah penelitian ini adalah :

1. Apakah *anodizing* dapat memperbaiki sifat fisis dan mekanis aluminium?
2. Voltase dan waktu berapakah yang memberikan sifat fisis dan mekanis optimum?

3. Apakah lapisan yang dihasilkan dari proses *Anodizing* memiliki kekuatan yang baik?

1.3 Tujuan Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah yang diajukan, adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk memperbaiki sifat fisis dan mekanis alumunium.
2. Untuk mendapatkan voltase dan waktu yang sesuai dari sifat fisis dan mekanis yang optimum.
3. Untuk menghasilkan lapisan dengan kekuatan yang baik.

1.4 Batasan Masalah

Untuk memenuhi arah penelitian yang baik dan lebih terfokus, ditentukan batasan masalah sebagai berikut :

- a. Spesimen yang akan dilapisi oksida adalah aluminium berbentuk plat dengan ukuran panjang 120 mm, lebar 40 mm, dan tebal 1 mm.
- b. Larutan yang dipakai yaitu asam sulfat. Dengan suhu 35°C.
- c. Proses *anodizing* dengan variasi waktu selama 5 menit, 10 menit dan 15 menit.
- d. *Voltase* yang dipakai yaitu 16 volt, dan 20 volt.
- e. Penelitian ini hanya terhadap kekuatan lapisan dan ketebalan lapisan oksida.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain :

a. Bagi penulis

Penelitian ini berguna untuk menambah wawasan dan pengetahuan mengenai *anodizing* secara teoritis maupun dalam dunia nyata, serta pengaplikasian pengetahuan yang selama ini didapat selama masa perkuliahan

b. Bagi akademik

Penelitian ini dapat memberikan masukan dan informasi yang diharapkan mampu memberikan manfaat baik dalam bidang akademik maupun dalam bidang praktisi.

c. Bagi peneliti selanjutnya

Penelitian ini berguna untuk memberikan masukan bagi peneliti selanjutnya dan menjadikan penelitian ini sebagai informasi pelengkap dalam penyusunan penelitian yang sejenis.

1.6 Metode penulisan

Metode penulisan yang digunakan adalah:

- a. Tahap persiapan, mempersiapkan hal-hal yang diperlukan untuk awal proposal tugas akhir dan pengenalan materi secara umum.

- b. Studi literature, mengumpulkan dasar teori dari buku-buku pegangan kuliah maupun buku pedoman mengenai hal yang berhubungan dengan tugas ini.
- c. Studi lapangan, dengan cara langsung mempraktekkan di *Anodizing* Bandung, sedangkan pengujian dilakukan di Politeknik Kampar.
- d. Diskusi, melakukan diskusi dengan pembimbing tugas akhir.

1.7 Sistematika penulisan

Untuk memperoleh gambaran secara umum tentang analisa ini, penulis melengkapi penguraiannya sebagai berikut.:

BAB I: PENDAHULUAN

Dalam bab ini menguraikan tentang pokok-pokok dalam penulisan tugas akhir yang meliputi: latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, metode penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II: LANDASAN TEORI

Dasar teori diawali dengan teori sebelumnya yang mengemukakan penjelasan tentang aluminium dan tahapan-tahapan pada proses *anodizing* yang menunjang penelitian ini, dan landasan teori tentang aluminium.

BAB III: METODE PENELITIAN

Metode penelitian berisi tentang diagram alir penelitian, persiapan peralatan dan pembahasan masalah tentang proses aluminium *anodizing*.

BAB IV: HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dan pembahasan berisi tentang hasil penelitian dan analisis penelitian dari proses *anodizing* pada aluminium.

BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dan saran tentang kesimpulan yang di dapat dari hasil pembahasan dan masukan-masukan yang mau di sampaikan pada penelitian ini.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 *Anodizing*

Pada masa sekarang ini penggunaan bahan aluminium banyak sekali dalam segala implementasinya. Aluminium memiliki sifat yang lunak serta dapat terkorosi sehingga perlu perhatian khusus untuk mencegah dan meminimalisasi kerugian yang timbul akibat efek tersebut. agar meningkatkan sifat fisik dan mekanis aluminium bisa dilakukan dengan berbagai cara. Suatu proses yang banyak dipakai agar aluminium dan paduannya ialah *anodizing*.

Anodizing atau *anodisasi* merupakan suatu proses pembentukan lapisan oksida pada permukaan logam melalui proses elektrolisa didalam larutan elektrolit dengan cara mereaksikan logam yang diambil dari larutan elektrolit sebagai media (Taufik, 2011). *Anodizing* merupakan suatu proses elektrokimia yang di pakai agar mempertebal atau memperkuat lapisan protektif alami pada logam. Proses ini berguna agar peningkatan kekerasan permukaan, ketahanan aus ataupun sifat mekanis terhadap logam. Prinsip dasar proses *anodizing* ialah elektrolisis. Proses elektrokimia yang diubah energi listrik menjadikan energi kimia. Pada proses elektrolisis katoda sebagai kutub negatif dan anoda sebagai kutub positif. Pada penelitian ini benda kerja atau spesimen bertindak sebagai anoda yang merupakan kutub positif dan untuk katodanya yang merupakan kutub negatifnya juga dari bahan aluminium.

Anodisasi/oksida anoda di pakai agar tujuan protektif melindungi dan mewarnai permukaan aluminium. Secara alami, *anodizing* akan merubah permukaan aluminium menjadi aluminium oksida yang akan menjadi sebuah selaput tipis yang di sebut pori - pori. Pada *anodizing* terjadi proses oksidasi, spesimen di oksidasi dengan aliran listrik sehingga spesimen akan terkikis dan terbentuk lapisan oksida.

Proses utama, dalam oksidasi anoda aluminium memerlukan larutan asam sulfat, asam kromat atau campuran asam sulfat dan asam oksalat. Selama proses oksidasi aluminium bertindak sebagai anoda sehingga terjadi perpindahan ion ke katoda menyebabkan pembentukan oksidasi pada permukaan aluminium (Taufik, 2011). Pada permukaan aluminium sebelum di lakukan *anodisasi* sudah memiliki lapisan oksida yang terbentuk akibat reaksi terhadap udara sekitar, namun tingkat ketebalan lapisan yang terbentuk masih sangat tipis sehingga agar meningkatkannya di perlukan proses *anodisasi*. Adapun tujuan dari peningkatan ketebalan lapisan oksida yaitu untuk meningkatkan daya tahan aluminium terhadap korosi, meningkatkan kekerasan permukaan sebagai alat untuk pelapisan lebih lanjut, memperbaiki penampilan, meningkatkan isolasi listrik, dan juga bisa meningkatkan *adhesifitas* sehingga lapisan yang di tempelkan bisa menempel lebih kuat karena terbentuk lapisan oksida yang berpori.

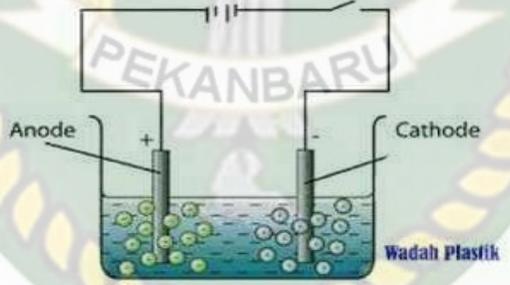
2.2 Faktor Yang Mempengaruhi Proses *Anodizing*

Dalam proses *anodizing* kondisi operasi perlu/penting sekali untuk diperhatikan. Karena kondisi tersebut menentukan berhasil atau tidaknya proses

pelapisan serta mutu pelapisan yang dihasilkan. Kondisi operasi yang perlu diperhatikan tersebut antara lain :

1. Elektroda

Elektroda ialah satu buah konduktor yang dipakai agar bersentuhan dengan sebuah bagian non-logam dari sebuah sirkuit (misal semikonduktor, sebuah elektrolit atau sebuah vakum). Pada percobaan *anodizing* ini, digunakan elektron aluminium sebagai anoda dan katodanya adalah aluminium penghantar. Elektron dalam sebuah sel elektrolisis ditunjuk sebagai sebuah anoda atau sebuah katoda. Anoda didefinisikan sebagai elektroda di mana elektron memasuki sel dan reduksi terjadi. Setiap elektroda dapat menjadi sebuah anoda atau katoda tergantung dari *voltase* yang diberikan ke sel elektrolit (Istomo, 2011). Dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Elektroda Pada Proses *Anodizing*

(Sumber : Istomo, 2011)

2. Elektrolit

Komponen penting yang lainnya yaitu larutan elektrolit. Elektrolit adalah suatu senyawa yang bila dilarutkan dalam pelarut akan menghasilkan larutan yang

dapat menghantarkan arus listrik. Zat cair dipandang dari sudut hantaran listriknya, dapat dibagi dalam tiga golongan yaitu:

- a. Zat cair isolator seperti air murni dan minyak.
- b. Larutan yang mengandung ion-ion seperti larutan asam, basa, dan garam-garam di dalam air. Larutan ini dapat dilalui arus listrik dengan ion-ion sebagai penghantarnya dan disertai dengan perubahan-perubahan kimia.
- c. Air raksa, logam-logam cair dapat dilalui arus listrik tanpa ada perubahan kimia di dalamnya. Elektrolit sering kali diklasifikasikan berdasarkan kemampuannya dalam menghantarkan arus listrik. Larutan elektrolit yang digunakan dalam oksida anoda dalam proses *anodizing* adalah sebagai berikut:
 1. Asam kromat lapisanya buram, terbatas untuk ketebalan maksimum sekitar $10 \mu\text{m}$ dan jarang digunakan untuk keperluan dekorasi. Fungsinya untuk alas cat khususnya pada peralatan militer.
 2. Asam fosfat biasanya digunakan sebelum lapis listrik yaitu pada proses pengerjaan awal. Hasilnya sangat porous dan menyediakan dasar locking mekanis untuk lapis listrik.
 3. Asam oksalat hasil lapisan yang berwarna kuning yang kadang lebih keras dari hasil asam sulfat, digunakan untuk anodisasi yang tebal.
 4. Asam sulfonat kombinasi dengan asam sulfat digunakan untuk mengembangkan anodik warna terpadu pada logam paduan. Perunggu, emas,

kelabu dan hitam adalah warna yang dapat diperoleh.

5. Asam borak digunakan dalam lapis tanggul untuk kapasitan listrik, asam sitrat dan tartrat digunakan juga.

3. Waktu pencelupan

Lama waktu proses *anodizing* juga berpengaruh terhadap ketebalan hasil pelapisan oksida. Semakin lama waktu proses *anodizing* sehingga menyebabkan tingkat kecerahan yang rendah. Hal ini karena lamanya waktu yang di berikan pada proses *anodizing* akan mempengaruhi tingkat kecerahan lapisan oksida (Santhiarsa, 2010).

4. Tegangan Listrik (*Voltage*)

Tegangan listrik sangat penting dalam melakukan proses *anodizing*, karena dengan meningkatkan voltase maka rapat arus akan meningkat secara signifikan begitu pula dengan proses pembuatan pori. Diameter pori tergantung dari voltase yang di gunakan (Araoyinbo, 2010).

2.3 Aluminium

Seiring perkembangan zaman semakin modern penggunaan material logam semakin meningkat. Salah satunya aluminium yaitu jenis logam yang banyak di pakai di kehidupan sehari - hari dan duniia industry. Itu semua karena aluminium memiliki keunggulan tersendiri yang membuat bahan aluminium ini banyak di pakai. Aluminium memiliki keunggulan seperti mudah di bentuk atau memiliki sifat

lunak, memiliki sifat mampu cor (*castability*) baik dan kuat terhadap korosii. Aluminium ialah logam yang berwarna perak-putih. Aluminium adalah unsur kimia. Lambang aluminium adalah *Al*, dan nomor atomnya 13.

Senyawa aluminium tersebar luas di kerak bumi namun tidak terdapat bebas di alam. Aluminium ialah suatu metal reaktif, dan tidak terjadi secara alami. Aluminium merupakan unsur logam nan paling banyak di dapatkan di kerak bumi dengan persentase terbesar ketiga di kerak bumi setelah O₂ dan *silikon*. Mineral (batuan) yang mengandung aluminium tersebar di kerak bumi sebagai aluminium *silikat* (tanah liat), *bauksit*, *kriolit* (Na₃AlF₆), dan *korundum* (Al₂O₃).

Secara ekonomis, bijih aluminium diperoleh dari bijih *bauksit* yang merupakan senyawa *aluminium oksida hidrat* (Al₂O₃.2H₂O). Aluminium (dalam bentuk *bauksit*) adalah suatu mineral yang berasal dari magma asam yang mengalami proses pelapukan dan pengendapan secara residual. Proses pengendapan residual sendiri merupakan suatu proses pengkonsentrasian mineral bahan galian di tempat.

Aluminium bisa di peroleh dari *bauksit* dengan cara melakukan pemisahan mineral. *Bauksit* adalah nama untuk suatu campuran dari mineral serupa yang berisi *aluminium oksida hydrated*. Mineral ini adalah *gibbsite*, dan *boehmite*. Bauksit sendiri bukannya mineral , tetapi satu campuran *coloidal* oksida-oksida *Al* dan *Fe* mengandung air. *Bouksit* di bentuk sebagai endapan residual didekat permukaan atau dipermukaan tanah pada daerah ber iklim tropiik dan subtropik.

Aluminium pertama kali diproduksi oleh ahli kimia dan ahli ilmu fisika yang

berasal dari Denmark, Hans Oersted Kristen, dan ahli kimia Jerman, Frederich Wohler, pada pertengahan tahun 1820-an. Pertama Hans Oersted Kristen yang memproduksi aluminium yang berhasil memisah aluminium dari senyawanya sebagai cara mereduksi *aluminium klorida*. Oersted mereaksikan *amalgam potasium* dengan *aluminium klorida anhidrat*. Residu merkuri kemudian disuling untuk mendapatkan aluminium. tetapi belum dalam keadaan murni. Aluminium murni di temukan oleh Wohler dalam bentuk serbuk berwarna abu - abu dengan memodifikasi proses Orsted namun metode ini kurang ekonomis. Kemudian pada tahun 1886 , Charles. M. H dari AS (1863-1914) dan Paul L.T. H dari France (1863-1914) mampu memperoleh aluminium dari aluminium oksida (*alumina*) melalui proses elektrolisis yang di nilai lebih ekonomis. Sehingga proses inilah yang di pakai untuk produksi aluminium hingga sekarang metode yang di temukan oleh dua orang tersebut. Metode atau proses pembuatan Aluminium dari Charles Martin Hall dan Paul L.T. Heroult melalui dua tahap yaitu:

- a. Proses Bayer yang merupakan proses pemurnian bijih *bauxit* untuk memperoleh aluminium oksida (*alumina*).
- b. Proses Hall-Heroult yang merupakan proses peleburan aluminium oksida untuk menghasilkan aluminium murni.

2.4 Sifat - Sifat Aluminium

Sifat-sifat penting di miliki aluminium sehingga banyak di pakai ebagai materiial teknik yaitu sebagai berikut :

a. Tahan terhadap korosi

Sifat bahan korosi dari aluminium di peroleh karena terbentuknya lapisan aluminium oksida (Al_2O_3) pada permukaan aluminium (fenomena pasivasi).

b. Penghantar listrik dan panas yang baik

Aluminium juga adalah konduktor panas dan elektrik yang baik. Jika di bandingkan dengan massanya, aluminium memiliki keunggulan di bandingkan dengan tembaga, yang saat ini adalah logam konduktor panas dan listrik yang cukup baik.

c. Mudah difabrikasi atau di tempa

Sifat lain yang menguntungkan dari aluminium adalah sangat mudah difabrikasi, dapat dituang (dicor) dengan cara penuangan apapun. Dapat *deforming* dengan cara: *rolling*, *drawing*, *forging*, *extrusi* dll. Menjadi bentuk yang rumit sekalipun.

d. Kekuatannya rendah tetapi pepaduan (*alloying*) kekuatannya

Kekuatan dan kekerasan aluminium tidak begitu tinggi dengan pepaduan dan heat treatment dapat ditingkatkan kekuatan dan kekerasannya.

e. Kekuatan mekanik meningkat dengan penambahan *Cu*, *Mg*, *Si*, *Mn*, *Zn*, dan *Ni*.

f. Sifat elastisnya yang sangat rendah, hampir tidak dapat diperbaiki baik dengan pepaduan maupun dengan *heat treatment*.

Sifat mekanik bahan aluminium murni dan aluminium paduan dipengaruhi oleh konsentrasi bahan dan perlakuan yang diberikan terhadap bahan tersebut. Berikut adalah sifat-sifat mekanik aluminium:

1. Kekuatan tensil

Kekuatan tensil adalah besar tegangan yang didapatkan ketika dilakukan pengujian *tensil*.

2. Kekerasan

Kekerasan gabungan dari berbagai sifat yang terdapat dalam suatu bahan yang mencegah terjadinya suatu deformasi terhadap bahan tersebut ketika diaplikasikan suatu gaya.

2.5 Sifat Kimia Aluminium

Sifat-sifat kimia aluminium adalah sebagai berikut:

- a. Serbuk aluminium dipanaskan dalam uap air menghasilkan hidrogen dan aluminium oksida. Reaksinya berlangsung relatif lambat karena adanya lapisan aluminium oksida pada logamnya, membentuk oksida yang lebih banyak selama reaksi.
- b. Aluminium akan terbakar dalam oksigen jika bentuknya serbuk, sebaliknya lapisan oksidanya yang kuat pada aluminium cenderung menghambat reaksi. Jika kita taburkan serbuk aluminium ke dalam nyala bunsen, maka akan kita dapatkan percikan. Aluminium oksida yang berwarna putih akan terbentuk.

c. Alumunium seringkali bereaksi dengan *klor* dengan melewati *klor* kering di atas *alumunium foil* yang dipanaskan sepanjang tabung. Alumunium terbakar dalam aliran *klor* menghasilkan *alumunium klorida* yang kuning sangat pucat. *Alumunium klorida* ini dapat menyublim (berubah dari padatan ke gas dan kembali lagi) dan terkumpul di bagian bawah tabung saat didinginkan.

2.6 Klasifikasi Alumunium dan Penggolongan Paduannya

a. Aluminium Murni

Aluminium 99% tanpa tambahan logam paduan apapun dan dicetak dalam keadaan biasa, hanya memiliki *kekuatan tensil* sebesar 90 MPa, terlalu lunak untuk penggunaan yang luas sehingga seringkali aluminium dipadukan dengan logam lain. Aluminium murni adalah logam yang lunak, tahan lama, ringan, dan dapat ditempa dengan penampilan luar bervariasi antara keperakan hingga abu-abu, tergantung kekasaran permukaannya. Aluminium murni 100% tidak memiliki kandungan unsur apapun selain aluminium itu sendiri.

b. Aluminium Paduan

Aluminium Paduan yang biasa di pakai yaitu *silikon*, *magnesium*, *tembaga*, *seng*, *mangan*, dan juga *lithium*.

c. Paduan Aluminium - Silikon

Paduan aluminium dengan tambahan *silikon* hingga 15% akan

memberikan *kekerasan* dan *kekuatan tensil* yang cukup besar, hingga mencapai 525 MPa pada aluminium paduan yang dihasilkan pada perlakuan panas.

d. Paduan Aluminium - *Magnesium*

Keberadaan *magnesium* hingga 15,35%, *magnesium* juga menjadikan logam paduan dapat bekerja dengan baik pada temperatur yang sangat rendah, di mana kebanyakan logam akan mengalami *failure* pada temperatur tersebut.

e. Paduan Aluminium - *Tembaga*

Paduan aluminium-*tembaga* juga menghasilkan sifat yang keras dan kuat, namun rapuh.

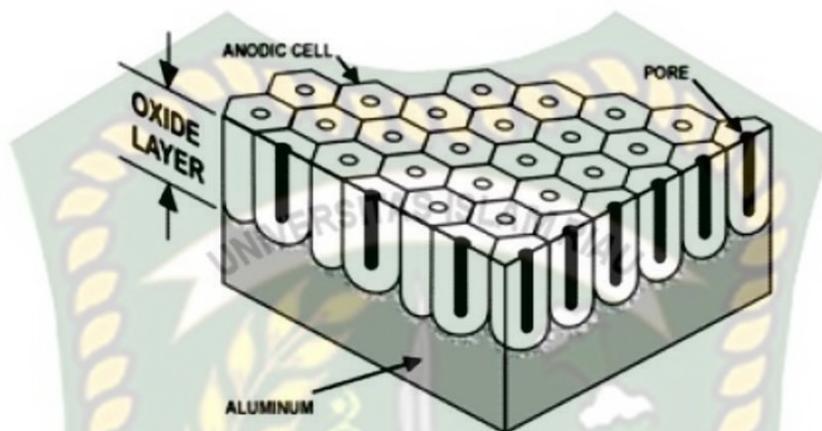
Silumin sangat baik kecairannya, mempunyai permukaan yang bagus, tanpa kegetasan panas, sangat baik untuk paduan coran, dan koefisien pemuaian yang kecil. Koefisien pemuaian termal *silumin* sangat rendah oleh karena itu paduannya pun mempunyai koefisien yang rendah apabila ditambah *Si* lebih banyak.

2.7 Pembentukan Lapisan Oksida

Secara umum lapisan oksida hasil dari proses anodisasi mempunyai karakteristik keras dan mempunyai kekerasan sebanding dengan batu *sapphire*, insulatif dan tahan terhadap beban, transparan, tidak ada serpihan.

Lapisan oksida yang terbentuk dari proses ini akan meningkatkan katahanan *abrasive*, kemampuan insulator elektrik logam, serta kemampuan untuk menyerap zat

pewarna untuk menghasilkan variasi tampilan warna pada permukaan hasil *anodizing*. Struktur lapisan aluminium oksida ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Struktur Lapisan Aluminium Oksida
(Sumber : Hutasoit, F.M., 2008)

2.8 Sifat Penerapan Anodizing Oksida

Anodizing di laksanakan dengan berbagai alasan serta maksud tertentu, dimana untuk disesuaikan dengan kebutuhan yang di inginkan.

2.9 *Surface Treatment*

Surface treatment merupakan suatu proses perlakuan terhadap permukaan benda kerja agar mendapatkan permukaan yang lebih baik. Berikut adalah macam-macam *surface treatment*.

a. *Carburizing*

Carburizing adalah perawatan panas. Proses dimana besi atau baja dipanaskan di hadapan bahan lain yang membebaskan karbon seperti terurai.

Permukaan luar atau kasus ini akan memiliki kandungan karbon yang lebih tinggi dari bahan asli. Ketika besi atau baja didinginkan secara cepat dengan pendinginan sehingga kandungan karbon akan lebih tinggi membuat permukaan luar besi atau baja tersebut menjadi keras, sedangkan inti tetap lembut dan tangguh.

b. Chromizing

Chromizing di kenal dengan pengayaan wilayah pengayaan baja dengan krom melalui perlakuan termokimia.

c. Anodizing

Anodizing ialah proses pelapisan secara elektrolisis dengan melapisi suatu permukaan logam dengan suatu oksidasi yang melapisi dan bersifat melindungi logam dari pengaruh korosi.

d. Carbonitriding

Carbonitriding ialah modifikasi teknik metalurgi permukaan yang di pakai supaya meningkatkan kekerasan permukaan logam, sehingga mengurangi keausan. Selama proses ini, atom dan nitrogen menyebar menjadi logam, menciptakan hambatan untuk slip, meningkatkan kekerasan dan modulus dekat permukaan.

2.10 Adhesion Test

Adhesion Test ialah pengujian adhesi atau kerekatan suatu lapisan. Terdapat banyak perbedaan metode agar menguji adhesi suatu lapisan, berdasarkan pendekatan yang berbeda. Adhesi dan kekuatan lapisan di uji dengan, kejutan , tarikan , pembengkokan, goresan, dan metode lain untuk menggambarkan seberapa

baik lapisan perlindungan dari berbagai dampak dan korosi. Untuk memilih metode yang sesuai, tergantung tipe lapisan dan substrat yang akan di diaplikasikan (Dian, 2018).

2.10.1 Coating Testing

Coating Testing merupakan suatu pengukuran atau pelapis pada logam. Ketebalan dan tingkat kerusakan lapisan adalah parameter yang diukur. Untuk lapisan yang berbeda, maka digunakan pula probe yang berbeda. Dan yang diukur pun bukan hanya ketebalan , tetapi juga mengukur suhu, titik embun, kelembapan, dan mengevaluasi kekasaran permukaan menggunakan probe khusus.

Setelah itu pengujian kontinuitas lapisan yang diuji adalah cacat berpori, retak pada lapisan produk, menunjukkan kelemahan sifat lapisan pelindung. Lokasi yang terkena dampak terutama korosi, untuk benda-benda seperti tangki penyimpanan, jaringan pipa, dan lain-lain.

2.10.2 Strength Testing

Strength testing adalah pengujian kekuatan lapisan yang di bagi menjadi 3 bagian, yaitu :

A. Bending Strenght (kekuatan bengkok)

Ini merupakan suatu dari metode paling mudah supaya menguji lapisan, namun memberikan banyak informasi mengenai kualitas lapisan.

B. Impact Strenght (kekuatan dampak)

Impact strength diuji dengan menjatuhkan sebuah impactor dengan berat tertentu dari posisi awal tertinggi dimana lapisan dapat bertahan tanpa rusak oleh impactor. Setelah masing-masing kondisi pelapisan dinilai secara visual, dan jika tidak ada kerusakan mekanik yang terlihat, penurunan diulang dari posisi yang lebih tinggi sampai terjadi kerusakan.

C. Tensile Strength (kekuatan tarik)

Metode yang berdasarkan pengukuran kedalaman ekstrusi plat logam yang dilapisi pada titik retak lapisan dimana merupakan indentasi dari pukulan bola menuju plat.

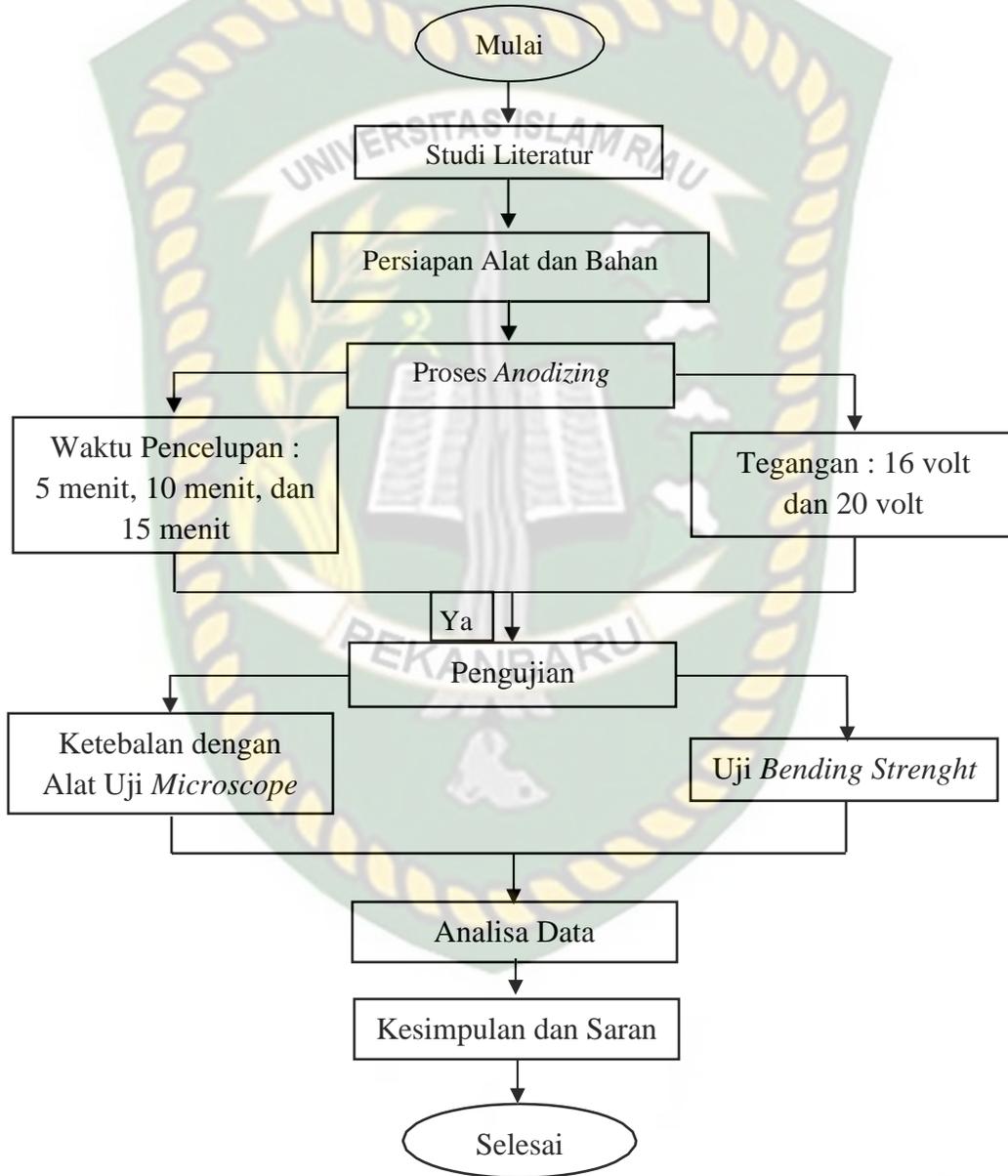
2.11 *Microscope Digital Camera*

Uji micro merupakan sebuah mikroskop yang dapat melakukan pembesaran objek sampai 150 kali. Proses pengujian yang dilakukan membutuhkan bahan spesimen yang sangat banyak, seperti harus memotong Aluminium berukuran tinggi 5 mm dan berdiameter 10 mm, setelah itu dilakukan proses *coating* atau etsa, setelah itu benda yang akan di uji dimasukkan kedalam tabung edax, yang selebihnya dikendalikan oleh computer dan *keyboard controller* untuk mengatur pembesaran lensa dan perpindahan spesimen (Ananta, 2016).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

1. Waktu penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan pada bulan Juni - Oktober 2020

2. Tempat penelitian

Penelitian akan dilakukan di dua tempat berbeda. Tempat Pembuatan spesimen dan proses *anodizing* dengan variasi waktu dan tegangan dilakukan di Bengkel Alumunium Anodizing. Sedangkan tempat penelitian dan pengujian produk hasil *anodizing* yaitu Laboratorium STT Pekanbaru.

3.3 Alat Penelitian

Alat penelitian bertujuan untuk melengkapi perlengkapan data penelitian yang terdiri dari :

1. *Power Supply*

Powwer supply ialah alat agar menciptakan arus dantegangan seearah. arus DC yang di alirkan bisa di ukur menggunakan *Amperemeter* sedangkan agar mengukur besarnya tegangan DC digunakan *Voltmeter*. Pada penelitian ini di pakai *poower supplyy* yang arus dan voltasenya bisa di atur manual. Di lihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 *Power Supply* (Merek Zhaoxin, Seri PS-305D)

2. Kabel Penghubung

Kabel penghubung ini ber guna agar jadi hubungan arus listrik ke benda kerja pada *anodizing*.



Gambar 3.3 Kabel Penghubung

3. Bak Plastik

Bak plastik yang dipakai adalah berguna agar tempat larutan kimia atau bak dari larutan yang akan di gunakan di penelitian ini, yang dipakai agar bak *cleaniing*, *etchiing*, *dessmut*, *anodiizing*, *dieying* dan *sealing*. Bak plastik yang berukuran dengan volume 6550 ml berjumlah 5 buah dan

yang kecil dengan volume 1900 ml berjumlah 1 buah. Di tunjukkan pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Bak Plastik

4. *Thermometer*

Alat ini di pakai agar pengukur suhu larutan yang ada didalam bak plastik pada proses pembersihan, etsa, desmut dan anodizing pada proses yang sedang berlangsung. Pada termometer ini mempunyai ukuran -10°C – 110°C . Yang ditunjukkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 *Thermometer*

5. Gelas Ukur Plastik

Gelas ini digunakan agar mengetahui konsentrasi dan takeran yang digunakan untuk larutan elektrolit dari pembersih, etsa dan *sealing*. Gelas ukur yang dpakai ini berkapasitas 1000 ml, dan bisa di tunjukan pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 Gelas Ukur Plastik

6. *Stopwatch*

Stopwatch berguna agar mengetahui waktu pada saat pengujian.

Adapun *stopwatch* yang di pakai bisa di tunjukan pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 *Stopwatch*

7. Timbangan Digital

Timbangan Digital di pakai supaya mengetahui takaran campuran elektrolit yang akan digunakan. Bisa di lihat dan di tunjukan pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 Timbangan

8. Alat Uji *Bending Strength*

Alat ini ber guna untuk mengetahui kekuatan ikatan lapisan oksida yang melapisi alumunium induk pada proses *anodizing*.



Gambar 3.9 *Bending Strength* (HUNG TH HT-8503)

9. Alat Uji *Mikroscope*

Alat ini berguna supaya melihat ketebalan lapisan logam terlapisi ferro induk pada proses *anodizing*. Bisa di tunjukan pada gambar 3.10.



Gambar 3.10. *Microscope* (Merk Olympus).

10. Alat Bantu Lainnya

a. KLEM PEAN LURUS

Klem pean lurus di pakai agar meletakkan benda kerja dan mengambil benda kerja dengan mudah yang dicelupkan di larutan elektrolit.

b. Tang

Tang digunakan untuk menjepit benda di saat proses pencelupan.

c. Pelindung Tangan

Pelindung tangan di pakai agar menjaga tangan dari material kimia yang ada diproses *anodizing*.

d. Mistar Baja

Mistar baja di pakai agar mengukur benda kerja sebelum di potong untuk dijadikan bahan penelitian.

e. AMPLAS

AMPLAS di pakai supaya menghaluskan permukaan alumunium agar benda kerja lebih maksimal saat digunakan untuk proses anodizing.

f. Alat Tulis

Alat tulis di pakai agar menulis/ mencatat nilai-nilai yang dihasilkan dari penelitian anodizing.

g. Kamera

Kamera berfungsi untuk dokumentasi pada saat proses anodizing.

h. Grinda Tangan

Grinda tangan digunakan untuk memotong plat alumunium untuk di jadikan lembaran plat benda kerja. Grinda tangan yang di gunakan adalah grinda merk *MODERN* seri M-2350B dengan kecepatan putar 12000 rpm.

3.4 Bahan Penelitian

Bahan penelitian bertujuan untuk melengkapi perlengkapan data penelitian yang terdiri dari :

1. Asam Sulfat (H_2SO_4)

Gunanya cairan ini yaitu agar larutan pada *anodizing* yang merubah permukaan aluminium menjadi aluminium oksida. Konsentrasi kemurniannya sekitar 45 %. Bisa di tunjukkan pada gambar 3.11.



Gambar 3.11 Asam Sulfat

2. *Phosporic Acid* (H_3PO_4)

Phosporic acid di pakai agar larutan elektrolit pada proses *desmut*. *desmut* ini adalah *phosphoric acid* teknis. Gambar *Phosporic Acid* dapat di tunjukan di bawah ini.



Gambar 3.12 *Phosporic Acid*

3. Asam Cuka / Asam Asetat ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$)

Larutan asam cuka dengan kemurnian 10% agar larutan *desmut* dan *sealing* , pada *sealing* di proses setelah proses diwarnai *anodic oxidatio*. Seperti yang di tunjukan di bawah ini.



Gambar 3.13 Asam Cuka/Asam Asetat

4. *Desmut*

desmut berguna agar benda kerja menjadi berkilap..Seperti yang di tunjukkan di bawah ini.



gambar 3.14 Larutan *Desmut*

5. Soda Api (NaOH)

Kemurnian 99,85 % ini dipakai agar larutan *etsa*, bahan ini dibentuk padat dengan konsentrasi (100 gram / liter) air RO. Seperti yang di tunjukan di bawah ini.



Gambar 3.15 Soda Api

6. Deterjen Murni / Natrium Karbonat (Na_2CO_3)

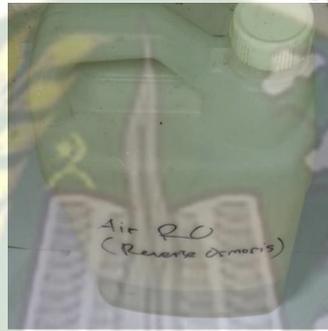
Deterjen murni ialah natrium karbon dengan kemurnian 99% dan berbentuk serbuk, dengan konsentrasi (10 gram perliter) air RO. Deterjen murni ini bertujuan agar permukaan aluminium bersih dari kotoran dan minyak yang menempel pada benda kerja. Bisa di tunjukan di bawah.



Gambar 3.16 Deterjen Murni/Natrium Karbonat

7. AIR RO (*REVERSE OSMOSIS*)

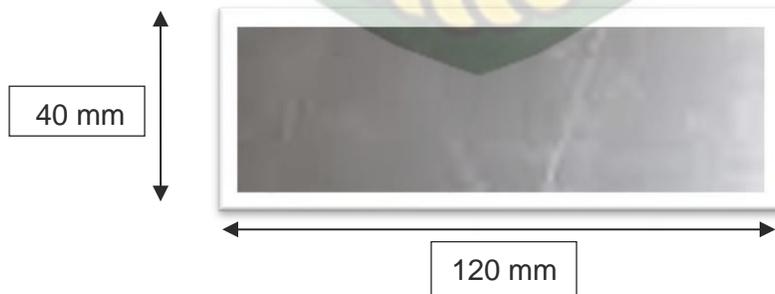
AIR RO (*REVERSE OSMOSIS*) ber guna untk menurunkan kadar kadungan elektrolit dari asam sulfat pada proses anodizing dan menjadi campuran lain dari proses *cleaning*, *etching*, *sealing* dan *dieying*. Selain itu Air RO digunakan juga untuk proses *rinsing*, yang di tunjukkan bawah.



Gambar 3.17 Air RO (*Reverse Osmosis*)

8. Specimen

Specimen yang di pakai dalam penelitian yaitu logam pelat alumunium dengan P 120mm , L 40mm dan T 1mm. Bisa di tunjukan di bawah.



Gambar 3.18 Spesimen

9. Plat Penghantar

Plat penghantar di pakai agar katoda pada proses *anodic oxidation*. Alumunium penghantar yang digunakan yaitu P 130mm, L 130mm, T 15mm. Seperti yang dilihat di bawah.

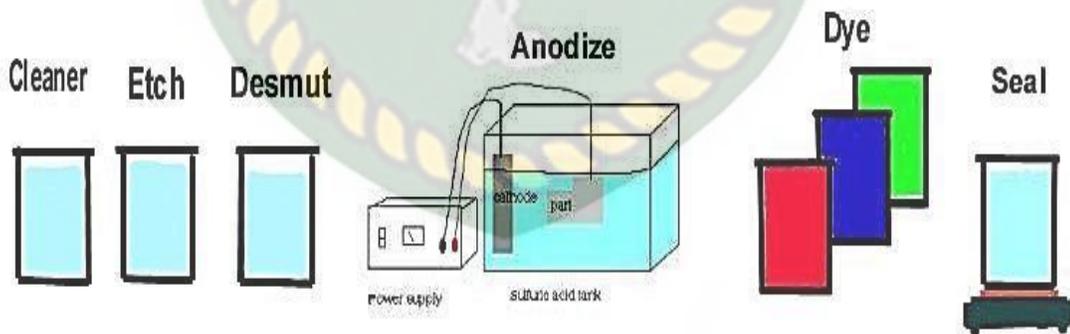


Gambar 3.19 Plat Aluminium Penghantar

3.5 Metode Proses *Anodizing*

Berikut adalah langkah-langkah proses *anodizing* dapat dilihat pada gambar

3.20



Gambar 3.20 Proses *Anodizing*

(Sumber : Taufiq, 2011)

1. Pembersihan

Pembersihan ialah pembersihan specimen aluminium dengan menggunakan larutan detergen murni agar menghilangkan kotoran - kotoran yang tertempel aluminium di lakukan proses *etching*.

2. Pembersihan Rinsing

Pembersihan rinsing ialah pembersihan specimen setelah proses pembersihan dengan dipakai air RO.

3. Etsa

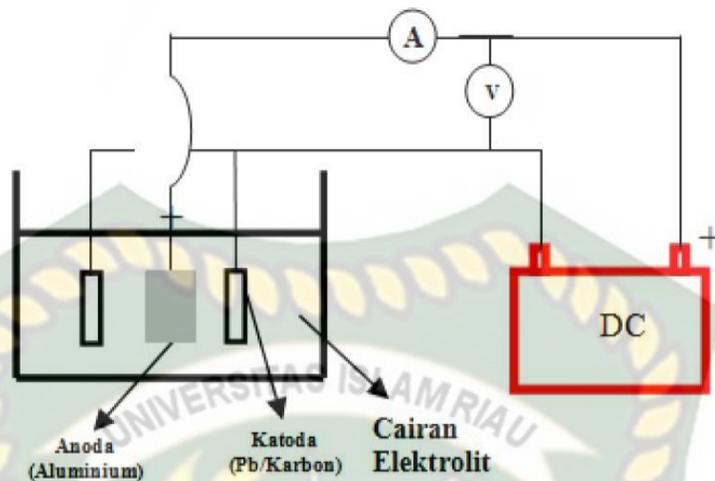
Etsa ialah penghilangan oksidasi pada permukaan aluminium yang tidak bisa di hilangkan dengan proses sebelum nya baik itu proses *cleaning* atau *rinsing*.

4. Desmut

desmut ialah proses yang berguna agar pembersihan bercak - bercak gelap yang di akibatkan oleh etsa.

5. *Anodizing*

Proses pelapisan secara elektrokimia yang merubah aluminium menjadi aluminium oksida dengan proses elektrolisis, larutan yang digunakan yaitu asam sulfat dengan konsentrasi 320 ml / liter



Gambar 3.21 Skema Proses *Anodizing*

6. *Coloring / Dyeing*

Pewarnaan yang dipakai ialah pewarna khusus *anodizing* dengan konsentrasi larutannya 5 gram per liter.

7. *Sealing*

Proses *sealing* berguna untuk menutup pori-pori oksidasi yang dihasilkan dari proses *anodizing* yang masih terbuka.

3.6 Metode pengambilan data

Proses pengambilan data yaitu menyiapkan sarana pengujian mikroskop dan pengujian *bending strength*. Dengan data yang diambil untuk penelitian ini adalah data ketebalan lapisan dan *adhesivitas* setelah proses *anodizing*.

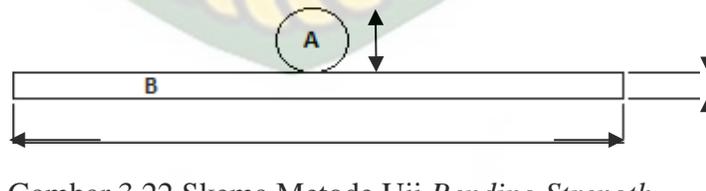
3.6.1 Prosedur Pengujian Mikroskop

Proses pengujian mikroskop yang dilakukan membutuhkan persiapan bahan spesimen yang sangat banyak, langkah persiapan pengujian yaitu sebagai berikut :

1. Mempersiapkan specimen cara memotong specimen aluminium dengan tinggi 5 cm dan berdiameter 10 mm.
2. Menghaluskan bagian permukaan yang akan di uji dengan hamplas halus, lalu di bersihkan dengan menggunakan air
3. Meneteskan bagian permukaan yang akan di uji dengan etsa selama 15 detik, lalu bilas dengan alkohol
4. Gunakan lilin sebagai media untuk tempat berdirinya specimen dan untuk membuat specimen lebih rata saat di uji mikroskop.

3.6.2 Prosedur Pengujian *Bend Test*

Pengujian *Bend Test* dilakukan dengan cara pengujian *Bend Test* sesuai dengan mengikuti standat ASTM D 790. Pengujian ini untuk mengetahui kekuatan lapisan pada masing-masing spesimen yang akan diujii, langkah-langkah persiapan dan pengujiannya adalah sebagai berikut :



Gambar 3.22 Skema Metode Uji *Bending Strength*.

Keterangan :

A : Mandrel

B : Spesimen

3.7 Jadwal Kegiatan Penelitian

Agar penelitian tentang variasi tegangan dan waktu pada proses anodizing ini dapat berjalan optimal sesuai dengan waktu yang ditentukan maka perlu dibuat jadwal penelitian seperti yang terlihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Jenis Kegiatan	Bulan											
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Pembuatan Proposal												
2	Studi Literatur												
3	Persiapan alat dan bahan												
4	Seminar Proposal Tugas Akhir Sarjana												
5.	Seminar Hasil Tugas Sarjana												
6.	Sidang Tugas Sarjana												

BAB IV

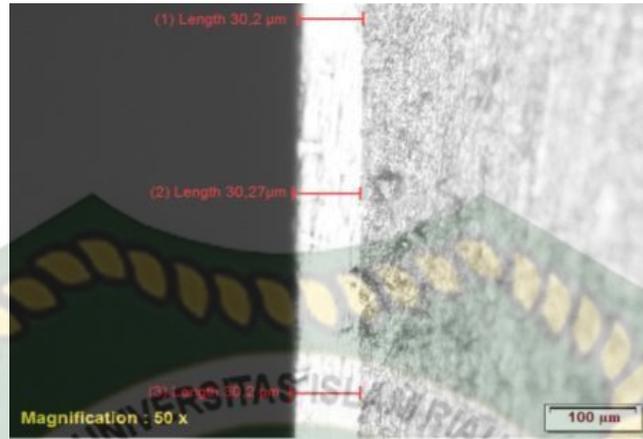
HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Data Hasil Uji *Microscope*.

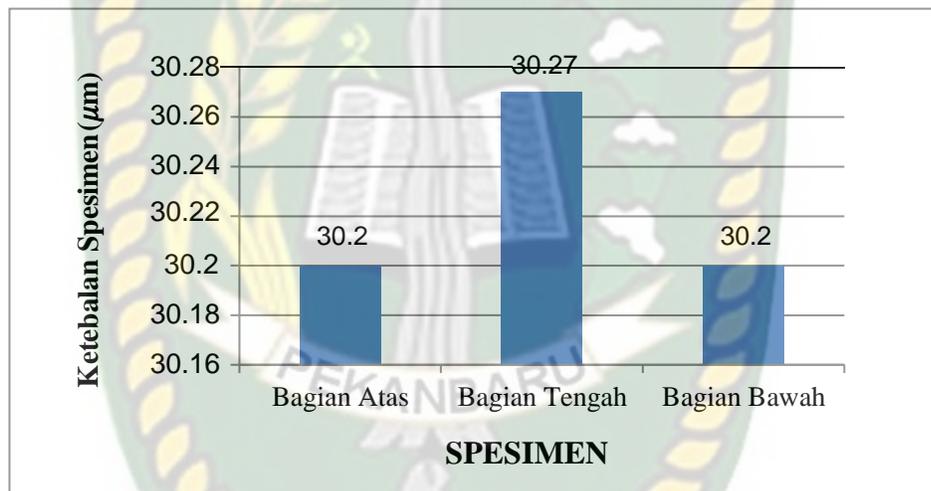
Pengujian ketebalan menggunakan alat uji *Microscope* dengan manipulator pembesaran kecil sebesar 50 kali. Sebelum dilakukan pengujian *Microscope*, terlebih dahulu melakukan setingan pada *Microscope* tersebut dan spesimen di potong dengan tinggi 5 mm dan berdiameter 10 mm. Proses pelapisan *Anodizing* pada spesimen Alumunium 6061-T6. Pengujian mikroskop untuk melihat ketebalan lapisan, dengan data ketebalan spesimen awal sebelum di lapis yaitu 1 mm, panjang 120 mm dan lebar 40 mm.

4.1.1 Pelapisan Oksida (*Anodizing*)

Hasil pelapisan oksida di uji mikroskop untuk mendapatkan ketebalan pada spesimen yang telah dilakukan proses *anodizing*. Spesimen yang dilapisi dengan proses *anodizing* berjumlah 6 spesimen. Salah satu dari 6 spesimen yang telah di lapis dengan tegangan yang di berikan 16 volt, waktu pencelupan 5 menit dan suhu 35⁰C dilakukan pengukuran pada 3 bagian, dapat dilihat pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Spesimen A1



Gambar 4.2 Grafik Spesimen A1.

1. Bagian atas : 30,2 μm
2. Bagian tengah : 30,27 μm
3. Bagian bawah : 30,2 μm
4. Rata-rata ketebalan = $90,67 \mu\text{m} : 3 = 30,22 \mu\text{m}$

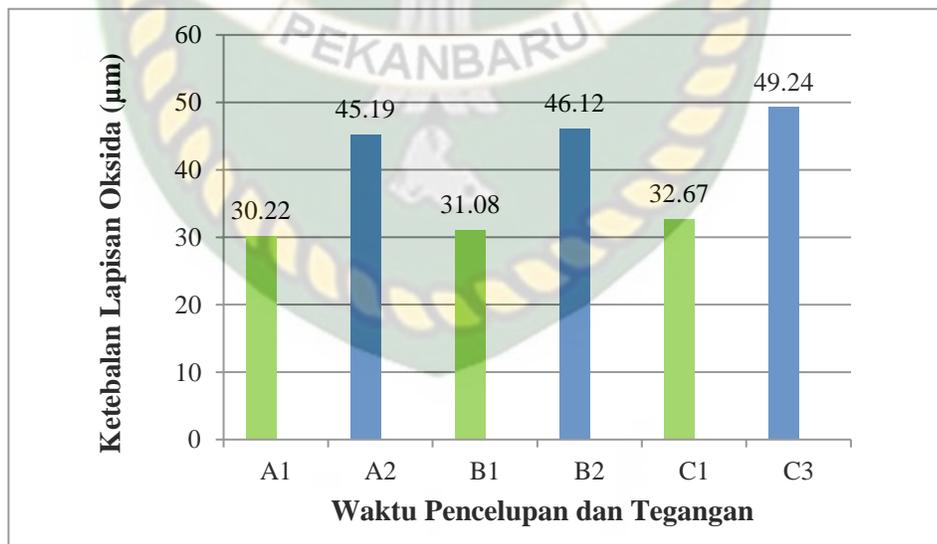
Hasil pengujian yang dilakukan pada semua spesimen dengan diperoleh data seperti pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil uji rata-rata ketebalan spesimen setelah pelapisan oksida (*Anodizing*)

dengan variasi waktu pencelupan 5 menit, 10 menit, dan 15 menit dan .

No	Kode Spesimen	Waktu Pencelupan (menit)	Tegangan (Volt)	Ketebalan Lapisan oksida (μm)
1	A1	5	16	30,22
2	A2	5	20	45,19
3	B1	10	16	31,08
4	B2	10	20	46,12
5	C1	15	16	32,67
6	C2	15	20	49,24

Dari tabel 4.1 hasil uji rata-rata ketebalan spesimen setelah pelapisan oksida dengan variasi waktu pencelupan dan tegangan, kemudian dimasukkan kedalam sebuah gambar 4.3.



Gambar 4.3 Hasil uji ketebalan lapisan oksida Alumunium 6061.

Dari gambar 4.3 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu pencelupan, maka semakin tinggi pula nilai ketebalan lapisan oksida. Pada tegangan 16 volt dengan waktu 5 menit didapat ketebalan lapisan oksida sebesar 30,22 μm , kemudian ketebalan meningkat menjadi 31,08 μm , ketika waktu pencelupan naik menjadi 15 menit ketebalan menjadi 32,67 μm . Sedangkan pada tegangan 20 volt dengan waktu 5 menit pencelupan didapat ketebalan sebesar 45,19 μm , kemudian ketebalan meningkat menjadi 46,12 μm , dan ketika waktu pencelupan naik menjadi 15 menit terus meningkat menjadi 49,24 μm .

Berdasarkan uraian di atas, spesimen yang memiliki ketebalan tertinggi terjadi pada spesimen dengan tegangan 20 volt, waktu pencelupan 15 menit. Sedangkan spesimen dengan tegangan 16 volt dan waktu pencelupan 5 menit memiliki lapisan ketebalan paling rendah. Hal ini terjadi karena waktu dan tegangan yang semakin meningkat mengakibatkan pengendapan ion di permukaan anoda semakin bertambah, sehingga berdampak terhadap ketebalan lapisan oksida.

4.2 Penimbangan Berat Alumunium 6061 T6

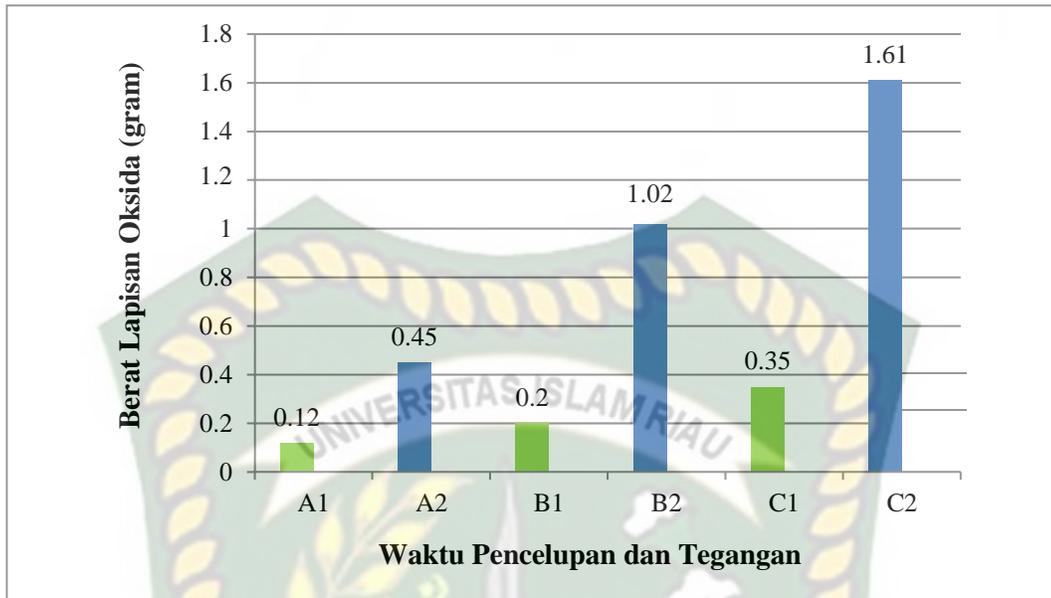
Penimbangan berat spesimen ini dilakukan dengan menggunakan timbangan digital mikro dengan NST mg (milligram). Di ambil sampel spesimen alumunium 6061 T6 untuk memperoleh data. Langkah awal yang dilakukan adalah dengan mengkalibrasi timbangan agar data yang didapatkan akurat dan presisi, setelah dikalibrasi maka dilakukan pengukuran berat spesimen seperti data yang dicontohkan, mula-mula spesimen di letakkan pada mangkok timbangan kemudian

mencatat nilai yang ditunjukkan, setelah itu dilakukan pengukuran dengan metode yang sama berulang-ulang untuk spesimen berikutnya. Proses *anodizing* dilakukan dan setelah itu pengukuran dilakukan kembali untuk menghitung berat setelah pelapisan dan setelah didapatkan berat awal dan berat akhir maka kemudian dikurangkan antara berat awal di kurang dengan berat akhir untuk mengetahui selisih berat material, seperti pada tabel yang telah disajikan. Sebagai contoh berat awal spesimen sebelum di lapis dan di warnai adalah 15 gram dan kemudian berat spesimen sesudah di lapis dan di warnai adalah 15,12 gram, maka selisih berat sebelum dilapis dan sesudah dilapis adalah 0,12 gram. Hasil penelitian yang dilakukan data-data dimasukkan kedalam sebuah tabel yaitu pada tabel 4.2.

Tabel 4.2. Hasil uji berat spesimen sebelum dan setelah pelapisan *anodizing*.

Kode Spesimen	Waktu Pelapisan (menit)	Tegangan (volt)	Berat Spesimen	
			Sebelum dilapis (gram)	Sesudah dilapis (gram)
A1	5	16	15	15,12
A2	5	20	15	15,45
B1	10	16	15	15,20
B2	10	20	15	16,02
C1	15	16	15	15,35
C2	15	20	15	16,61

Dari data-data hasil uji berat spesimen sebelum dan setelah pelapisan oksida dan pewarnaan dyeing, kemudian dimasukkan kedalam sebuah gambar 4.4.



Gambar 4.4 Hasil selisih berat lapisan oksida Alumunium 6061.

Dari gambar 4.4 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu pencelupan, maka semakin besar nilai berat spesimen. Pada tegangan 16 volt dengan waktu pencelupan 5 menit didapat berat sebesar 15,12 gram, kemudian berat meningkat menjadi 15,20 gram pada waktu pencelupan 10 menit dan terus meningkat menjadi 15,35 gram pada waktu pencelupan 15 menit. Sedangkan pada tegangan 20 volt dengan waktu pencelupan 5 menit didapat berat sebesar 15,45 gram, kemudian berat meningkat menjadi 16,02 gram ketika waktu pencelupan 10 menit, dan terus meningkat menjadi 16,61 gram pada waktu pencelupan 15 menit.

Berdasarkan uraian di atas, spesimen yang memiliki berat terbesar terjadi pada spesimen dengan tegangan 20 volt dan waktu pencelupan 15 menit. Sedangkan spesimen dengan tegangan 16 volt dan waktu pencelupan 5 menit memiliki berat

terkecil. Hal ini terjadi karena waktu yang semakin meningkat mengakibatkan pengendapan ion di permukaan anoda semakin bertambah, sehingga akan berdampak terhadap peningkatan berat anoda. Maka hasil penimbangan berat rata-rata pada tiap variasi terjadi peningkatan seiring dengan bertambahnya waktu pencelupan lapisan oksida.

4.3 Hasil Uji *Adhesivitas*

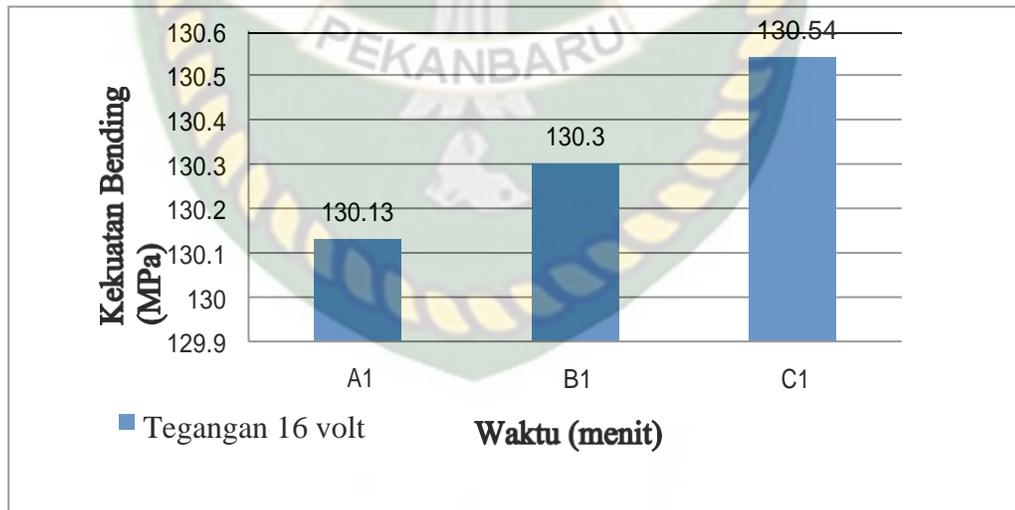
Pengujian tingkat *adhesivitas* dilakukan dengan cara *Bend Test* sesuai dengan ASTM D 790 setelah dilakukan pengujian terhadap setiap spesimen. Dapat dilihat bahwa dengan tegangan yang besar dan waktu pencelupan yang lama terlihat terjadi kekasaran permukaan yang lebih jelas di bagian yang terkena radius *Bend Test* pada spesimennya. Sedangkan untuk tegangan yang rendah dan waktu pencelupan yang kecil terlihat bahwa tidak terjadi kekasaran permukaan lapisan oksida di bagian yang terkena radius *Bend Test* pada spesimen tersebut.



Gambar 4.5 Hasil pengujian *adhesivitas*

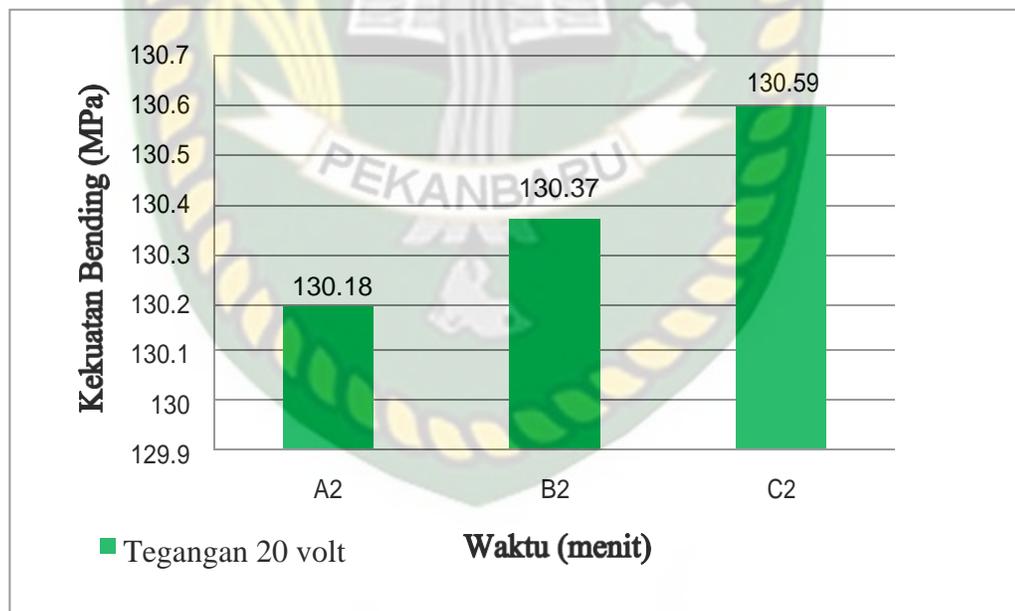
Pada gambar 4.5 hasil pengujian *adhesivitas* pada lapisan *anodizing* dapat dilihat bahwa perbandingan waktu sendiri tidak memiliki banyak perubahan pelapisan oksida pada pengujian *bending strength*, namun terdapat sedikit perbedaan pada lapisan oksida dimana pada waktu pencelupan 10 menit terjadi sedikit kekasaran permukaan lapisan pada bagian lekukan yang terkena radius *bend test*, sedangkan dengan waktu pencelupan 15 menit terjadi lebih banyak kekasaran permukaan lapisan pada bagian lekukan yang terkena radius *bend test*, namun dengan waktu pencelupan 5 menit tidak terjadi kekasaran permukaan lapisan pada bagian lekukan yang terkena radius *bend test*. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu pelapisan akan berpengaruh pada tebal lapisan dan hasil *bend test*.

Hasil uji *bend test* pada kekuatan bending (MPa) terhadap setiap spesimen lapisan oksida (*anodizing*) dimasukkan kedalam sebuah grafik yaitu pada grafik 4.6.



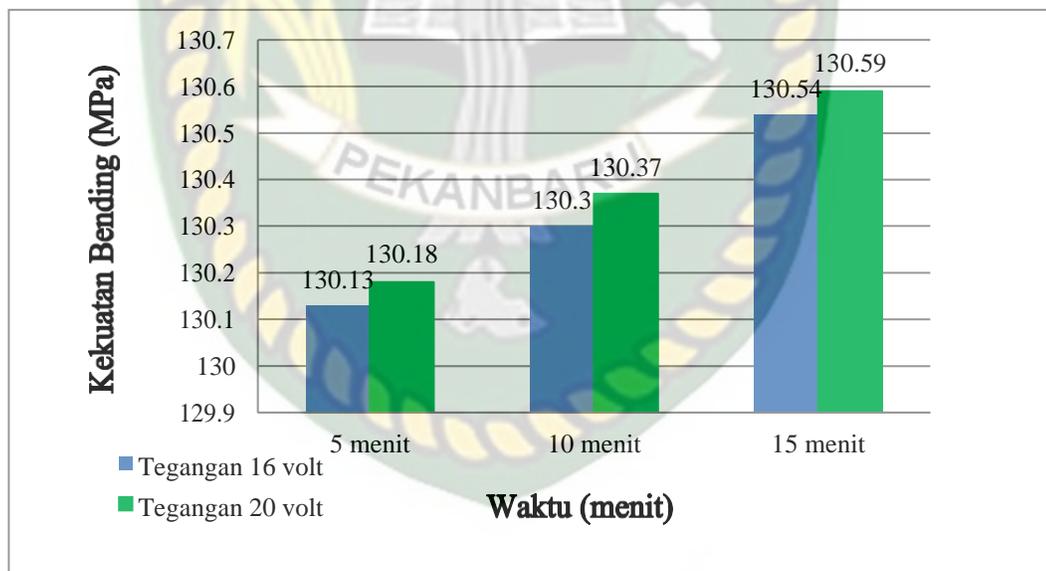
Gambar 4.6 Hasil uji kekuatan *bending strength* pada tegangan 16 volt serta waktu pencelupan 5 menit, 10 menit dan 15 menit terhadap spesimen pengujian.

Dari gambar 4.6 dapat dilihat perbedaan antara lapisan oksida dimana hasil nilai kekuatan *bending strength* terhadap lapisan oksida (*anodizing*) A1 dengan waktu pencelupan 5 menit dan tegangan yang sama dengan B1 dan C1 yaitu 16 volt memiliki kekuatan bending sebesar 130,13 MPa , untuk lapisan oksida B1 dengan waktu pencelupan 10 menit dan tegangan 16 volt memiliki kekuatan bending yaitu sebesar 130,3 MPa, dan pada lapisan C1 dengan waktu pencelupan 15 menit dan tegangan 16 volt memiliki kekuatan bending sebesar 130,54 MPa. Hal ini disebabkan karena variasi waktu pencelupan dan tegangan yang di berikan pada proses *anodizing* akan meningkatkan ketebalan lapisan oksida pada spesimen alumunium 6061 sehingga berpengaruh terhadap kekuatan bending.



Gambar 4.7 Hasil uji kekuatan *bending strength* pada tegangan 20 volt serta waktu pencelupan 5 menit, 10 menit, dan 15 menit terhadap spesimen pengujian.

Dari gambar 4.7 dapat dilihat perbedaan antara lapisan oksida dimana hasil nilai kekuatan *bending strength* terhadap lapisan oksida (*anodizing*) A2 dengan waktu pencelupan 5 menit dan tegangan yang sama dengan B2 dan C2 yaitu 20 volt memiliki kekuatan bending sebesar 130,18 MPa, untuk lapisan oksida B2 dengan waktu pencelupan 10 menit dan tegangan 20 volt memiliki kekuatan bending yaitu sebesar 130,37 MPa, dan pada lapisan C2 dengan waktu pencelupan 15 menit dan tegangan 20 volt memiliki kekuatan bending sebesar 130,59 MPa. Hal ini disebabkan karena variasi waktu pencelupan dan tegangan yang di berikan pada proses *anodizing* akan meningkatkan ketebalan lapisan oksida pada spesimen aluminium 6061 sehingga berpengaruh terhadap kekuatan bending.



Gambar 4.8 Hasil perbandingan kekuatan bending pada tegangan 16 volt dan 20 volt terhadap hasil proses *anodizing*.

Dari gambar 4.8 dapat dilihat perbandingan hasil nilai kekuatan bending yang paling besar terjadi pada spesimen dengan tegangan 20 volt, waktu pencelupan 15 menit. Sedangkan spesimen dengan tegangan 16 volt dan waktu pencelupan 5 menit memiliki nilai kekuatan bending terendah. Hal ini terjadi karena waktu dan tegangan yang semakin meningkat mengakibatkan ketebalan lapisan oksida semakin bertambah, sehingga akan berdampak terhadap nilai kekuatan bending.

4.4 Data Hasil Pengamatan Tampak Fisik

Pengamatan tampak fisik dilakukan setelah proses pelapisan selesai, apabila permukaan spesimen benar-benar sudah bersih dan kering, maka dapat dilakukan pengamatan tampak fisik hasil pelapisan. Masing-masing spesimen dari masing-masing variasi diamati secara visual, dibandingkan kemudian diambil fotonya.



Gambar 4.9 Tampak fisik spesimen hasil anodizing pada tegangan 16 volt.



Gambar 4.10 Tampak fisik spesimen hasil anodizing pada tegangan 20 volt.

Pada proses pelapisan *anodizing* tegangan dan waktu pencelupan berpengaruh pada tampak fisik spesimen, dimana proses pelapisan dengan tegangan dan waktu pencelupan yang lebih kecil akan memperlihatkan tampak fisik yang tidak mengkilap, dikarenakan ion-ion oksida yang mengendap pada spesimen lebih sedikit, dan juga proses pelapisan dengan tegangan dan waktu pencelupan yang lebih besar akan memperlihatkan tampak fisik yang gelap, dikarenakan ion-ion oksida yang mengendap pada spesimen lebih banyak. Pada proses pelapisan tegangan dan waktu pencelupan yang lebih kecil tidak menampilkan kilap yang baik, sedangkan tegangan dan waktu pencelupan yang lebih lama memberikan hasil kilap yang lebih gelap, Untuk mendapatkan hasil tampak fisik yang baik yaitu tegangan dan waktu pencelupan pada proses pelapisan *anodizing* yang memperlihatkan kilap yang lebih cerah dan warna.

Dari hasil pengamatan dapat dilihat bahwa pelapisan oksida langsung terlihat berwarna biru karena pada setelah proses *anodizing* spesimen langsung dilakukan proses pewarnaan (*Dyeing*) dengan larutan berwarna biru. Pengamatan tampak fisik

yang bagus pada spesimen B2 dengan tegangan 20 volt dan waktu pencelupan 10 menit. Sedangkan tegangan 16 volt dan waktu pencelupan 5 menit memberikan hasil warna biru yang kurang cerah, namun pada spesimen C2 dengan tegangan 20 volt dan waktu pencelupan 15 menit yang terlihat tidak mengkilap dengan warna biru gelap.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pengujian yang ada pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengamatan tampak fisik, spesimen yang paling mengkilap adalah pada lapisan oksida dengan tegangan 20 volt dengan waktu pencelupan 10 menit dengan ketebalan dan berat lapisan adalah 46,12 μm dan 16,02 gram.
2. Pengujian nilai ketebalan lapisan oksida dengan menggunakan *microscope* menyimpulkan bahwa ketebalan lapisan tertinggi terjadi pada spesimen dengan tegangan 20 volt, waktu pencelupan 15 menit. Sedangkan spesimen dengan tegangan 16 volt dan waktu pencelupan 5 menit memiliki lapisan ketebalan paling rendah. Hal ini terjadi karena waktu dan tegangan yang semakin meningkat mengakibatkan pengendapan lapisan oksida di permukaan anoda semakin bertambah, sehingga akan berdampak terhadap ketebalan lapisan alumunium 6061.
3. Pengujian *Bending Strength* pada lapisan *anodizing* menyimpulkan bahwa perbandingan waktu sendiri tidak memiliki banyak perubahan pelapisan oksida pada pengujian *bending strength*. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu pelapisan akan berpengaruh pada tebal lapisan dan hasil *bend test*.

4. Dari data pengujian *bend test* didapat nilai kekuatan bending yang paling besar yaitu pada waktu pencelupan 15 menit dan tegangan 20 volt, sedangkan kekuatan bending yang terendah yaitu pada waktu pencelupan 5 menit dan tegangan 16 volt. Hal ini disebabkan karena tegangan dan waktu pencelupan pada lapisan oksida berpengaruh terhadap kekuatan bending pada pengujian *bend test*.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan pengkajian yang lebih mendalam yaitu dengan banyak melakukan percobaan untuk mengetahui secara pasti besar akselerasi laju ketebalan permenitnya dari pelapisan oksida yang terjadi.
2. Pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengujian kekerasan untuk mengetahui perbedaan kekerasan pada lapisan oksida yang dilapis dengan *anodizing*.

DAFTAR PUSTAKA

- Araoyinbo AO, Fauzi MNA, Sreekantan S, Aziz A. A novel process to produce nanoporous aluminium oxide using titration technique. *J Non-Crystalline Solids* 2010;356 1057-1060.
- Hutasoit, F.M., 2008. *Pengaruh Penambahan Konsentrasi Asam Oksalat Terhadap Ketebalan Lapisan Oksida Pada Aluminium Foil Hasil Proses Anodisasi*. Skripsi. Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Jakarta.
- Istomo, 2011, *Pengaruh Variasi Waktu Pencelupan Pada Proses Anodizing Alumunium Seri IXXX*. Jurnal Teknik Mesin. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta.
- Nugroho, Fajar., 2015, *Pengaruh Rapat Arus Anodizing Terhadap Nilai Kekerasan Pada Plat Aluminium Paduan AA Seri 2024-T3*. Jurnal Angkasa. Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Priyanto, A., (2012), *Pengaruh Variasi Arus Listrik Terhadap Kekerasan Permukaan Logam Aluminium 5XXX Pada Proses Anodizing*. Skripsi, tidak diterbitkan. Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Purnama, D., Rizkia, V., (2012), *Pelapisan Aluminium Dengan Proses Anodisasi Multi Warna Untuk Aplikasi Komponen Dekoratif Secara Praktis*. Jurnal Ilmial, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta, Jakarta.
- Santhiarsa, N.N., 2010, *Pengaruh Kuat Arus Listrik dan Waktu Proses Anodizing Pada Aluminium Terhadap Kecerahan dan Ketebalan Lapisan*, Jurnal Ilmiah. Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana.
- Shidarta, Bambang Wahyu., 2012, *Pengaruh Konsentrasi Elektrolit Dan Waktu Anodisasi Terhadap Ketahanan Aus Dan Kekerasan Pada Lapisan Oksida*

Paduan Aluminium ADC 12, Jurnal Aplikasi Sains dan Teknologi. Jurusan Teknik Mesin dan Industri Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Tufik, T., 2011, *Anodizing Pada Logam Aluminium Dan Paduannya*, Makalah. Institut Teknologi Bandung.

Zaki, 2003. "The properties and application of scandium-reinforced aluminium". JOM.

