TUGAS AKHIR – VM180629

ANALISA PENGARUH TEMPERATUR AGING TREATMENT PADA AA7075 TERHADAP PENGUJIAN KEKERASAN, PENGUJIAN METALOGRAFI DAN PENGUJIAN *Weight Loss* DENGAN MEDIUM LARUTAN HCl 1M

MUHLIS ADE PUTRA
NRP. 10211400000117

Dosen Pembimbing
Dr. Atria Pradityana, ST, MT
19851124 200912 2 008

PROGRAM STUDI DIPLOMA III
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019

TUGAS AKHIR – VM180629

ANALISA PENGARUH TEMPERATUR AGING TREATMENT PADA AA7075 TERHADAP PENGUJIAN KEKERASAN, PENGUJIAN METALOGRAFI DAN PENGUJIAN *Weight Loss* DENGAN MEDIUM LARUTAN HCl 1M

MUHLIS ADE PUTRA
10211400000117

DOSEN PEMBIMBING
Dr. Atria Pradityana, ST, MT
NIP 19851124 200912 2 008

PROGRAM STUDI DIPLOMA III
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

FINAL PROJECT – VM180629

ANALYSIS OF THE EFFECT OF AGING TREATMENT TEMPERATURE ON AA7075 AGAINTS TESTING OF HARDNESS, METALLOGRAPHIC TESTING AND *Weight Loss* TESTING WITH 1M HCl SOLUTION MEDIUM

MUHLIS ADE PUTRA
10211400000117

ADVISOR
Dr. Atria Pradityana, ST, MT
NIP 19851124 200912 2 008

D III STUDY PROGRAM
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL MECHANICAL ENGINEERING
Faculty of Vokasi
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2019

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA PENGARUH TEMPERATUR AGING TREATMENT PADA AA7075 TERHADAP PENGUJIAN KEKERASAN, PENGUJIAN METALOGRAFI DAN PENGUJIAN *Weight Loss* DENGAN MEDIUM LARUTAN HCl 1M

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
pada Bidang Studi Manufaktur
Departemen Teknik Mesin Industri
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

MUHLIS ADE PUTRA
NRP. 102114 00000 117

Disetujui oleh:
Dosen Pembimbing

Indocerra Prodityana, ST., MT
NIP. 19851124 **200912 2 008**

Surabaya, Januari 2019

Analisa Pengaruh Temperatur Aging Treatment pada AA7075 Terhadap Pengujian Kekerasan, Pengujian Metalografi dan Pengujian *Weight Loss* dengan Medium Larutan HCl 1 Molar

Nama Mahasiswa : **Muhlis Ade Putra**
NRP : **10211400000117**
Jurusan : **D3 Teknik Mesin Industri FV-ITS**
Dosen Pembimbing : **Dr. Atria Pradityana, ST, MT**

Abstrak

Korosi merupakan peristiwa pengrusakan logam secara alami yang disebabkan oleh interaksi elektrokimia dengan lingkungannya. Bahaya yang ditimbulkan oleh korosi sangat fatal terutama pada kapal, korosi dapat menyebabkan kegagalan pada struktur kapal yang menyebabkan kapal tidak dapat beroprasi sebagaimana mestinya. Penelitian ini merupakan eksperimen dengan menggunakan material uji Aluminium dimana material ini sering digunakan sebagai konstruksi kapal. AA7075 mempunyai sifat-sifat yang menguntungkan seperti tahan terhadap korosi, dapat di perlaku-panaskan, ketangguhan baik, serta sifat mampu las yang baik, sehingga banyak indusri maju menggunakan material ini sebagai bahan utama dalam perancangan alat maupun konstruksi. Metode yang dapat diterapkan untuk mendapatkan aluminium dengan kekerasan dan kekuatan yang optimal antara lain dengan age hardening. Di dalam melakukan penelitian ini dibahas bagaimana pengaruh variasi *temperatur* perlakuan *aging* pada paduan aluminium 7075 terhadap uji laju korosi, uji kekerasan dan uji metalografi.

Paduan aluminium seri 7075 dipotong sesuai dengan standart ASTM. Pada tahap pertama aluminium seri 7075 diberi perlakuan panas dengan suhu 300^0C selama 1 jam, kemudian di*quenching* dengan media pendingin berupa air. Selanjutnya diberi perlakuan panas kembali

dengan variasi temperatur 150°C, 175°C, 200°C, 225°C, 250°C dengan media pendingin berupa air. Setelah hasil proses aging, dilakukan uji korosi, uji metalografi, dan uji kekerasan.

Kata kunci : Aluminum Seri 7075, Variasi Temperatur, Kekerasan, Korosi

Analysis of the Effect of Aging Treatment Temperature on AA7075 Against Testing of Hardness, Metallographic Testing and Weight Loss Testing with 1 Molar HCl Solution Medium

Student Name : **Muhlis Ade Putra**
Identity Number : **10211400000117**
Department : **D3 Teknik Mesin Industri FV-ITS**
Supervisor : **Dr. Atria Pradityana, ST, MT**

Abstract

Corrosion is a natural metal destruction event caused by electrochemical interactions with the environment. The danger caused by corrosion is very fatal, especially on ships, corrosion can cause failure in the structure of the ship which causes the ship to not operate properly. This research is an experiment using Aluminum test material where this material is often used as ship construction. AA7075 has beneficial properties such as corrosion resistance, heat resistance, good toughness, and good weldability, so that many advanced industries use this material as the main ingredient in equipment design and construction. Methods that can be applied to obtain aluminum with optimal hardness and strength, among others, with age hardening. In conducting this research, it was discussed how the influence of temperature variation on aging treatment on 7075 aluminum alloy on corrosion rate test, hardness test and metallographic test.

The 7075 series aluminum alloy is cut according to ASTM standards. In the first stage aluminum 7075 series was given heat treatment at 3000C for 1 hour, then quenched with cooling media in the form of water. Furthermore, it was re-treated with temperature variations of 150 ° C, 175 ° C, 200 ° C, 225 ° C, 250 ° C with cooling media in the form of water. After the aging process results, corrosion tests,

metallographic tests, and hardness tests are carried out.

Keywords ***: Aluminum Series 7075, Temperature Variation, Hardness, Corrosion***

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT, dengan segalah rahmatnya sehingga dapat diselesaikan dengan baik dalam penyusunan Tugas Akhir yang berjudul :

"ANALISA PENGARUH TEMPERATUR AGING TREATMENT PADA AA7075 TERHADAP PENGUJIAN KEKERASAN, PENGUJIAN METALOGRAFI DAN PENGUJIAN *Weight Loss* DENGAN MEDIUM LARUTAN HCl 1M"

Laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi oleh setiap mahasiswa Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi-ITS untuk bisa dinyatakan lulus. Dalam rangka tersebut maka disusunlah Tugas Akhir ini..

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih atas bantuannya sampai selesainya Tugas Akhir ini, oleh karena itu pada kesempatan ini disampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Atria Pradityana, ST, MT selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan dukungan dan saran sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Bapak Dr. Ir. Heru Mirmanto, MT Ketua Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi – ITS.
3. Bapak Ir. Suhariyanto, MT selaku koordinator Tugas Akhir.
4. Bapak Ir. Gatot Dwi Winarto, M.Sc selaku dosen wali.
5. Bapak – Ibu dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyempurnaan Tugas Akhir ini.

6. Dosen dan karyawan Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi – ITS.
7. Bapak Pendik Penanggungjawab Laboratorium Kimia Organik Departemen Teknik Kimia Industri Fakultas Vokasi – ITS yang telah membantu penelitian Laju Korosi dalam hal pengetahuan dan nasehat.
8. Orang tua tercinta beserta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan dan doanya.
9. Kakak Puhawang Eka Putra dan Pandwinata Aulia Putra yang selalu memberikan dorongan pengerjaan Tugas Akhir.
10. Rekan-rekan Greader Laboratorium Metallurgy dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
11. Wafir Dini Fauzan yang telah menjadi partner dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
12. Serta semua teman-teman Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi – ITS.

Kekurangan atau ketidaksempurnaan dalam pengerjaan Tugas Akhir mohon dimaklumi sebagaimana mestinya, namun bukan sesuatu yang disengaja, hal tersebut semata-mata karena kekhilafan dan keterbatasan pengetahuan yang dimiliki.

Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan Tugas Akhir Korosi ini.

Penulis berharap pengerjaan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dan dapat dijadikan referensi untuk penelitian berikutnya.

Akhir kata semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembaca dan mahasiswa, khususnya bagi mahasiswa Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi – ITS.

Surabaya, Januari 2019

Penulis

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN v
ABSTRAK vi
ABSTRACT vii
KATA PENGANTAR x
DAFTAR ISI xiii
DAFTAR GAMBAR xv
DAFTAR TABEL xvi
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 2
1.4 Tujuan Penelitian 3
1.5 Manfaat Penelitian 3
1.6 Sistematika Penulisan 3
BAB II DASAR TEORI 5
2.1 Alumunium 5
2.1.1 Klarifikasi Alumunium 7
2.1.2 Alumunium 7075 dan Paduannya 10
2.2 Pengerasan Penuaan (*Age Hardening*) 12
2.2.1 Tahap Perlakuan Panas Pelarutan (*Solution Heat Treatment*) 13
2.2.2 Pendinginan (*Quenching*) 13
2.2.3 Tahap Penuaan (*Aging*) 14
2.3 Pengujian Mekanik 19
2.3.1 Pengujian Kekerasan Vickers 19
2.3.2 Uji Metalografi 22
2.4 Korosi 23
2.4.1 Sifat Korosi Logam Aluminium 24
2.4.2 Jenis-jenis Korosi Yang Terjadi Pada Al dan Paduannya 24

2.4.3 Metode Pengujian Percepatan Korosi..... 25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN..... 29
3.1 Diagram Alir Penelitian..... 29
3.2 Bahan..... 32
3.2.1 Perlakuan *Age Hardening* dan *Non-Aging*..... 33
3.2.2 Pengujian Kekerasan..... 35
3.2.3 Pengujian MPY (*Weight Loss*)..... 36
3.2.4 Pengujian Metalografi..... 38
3.2.5 Pengumpulan Data..... 42
3.2.6 Analisa dan Pembahasan..... 42
3.2.7 Kesimpulan..... 43
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN..... 45
4.1 *Heat Treatment* Material..... 45
4.2 Uji Kekerasan Aluminium 7075 Hasil Proses *Aging*..... 46
4.2.1 Analisa Hasil Uji Kekerasan Aluminium 7075 dengan Variasi *Temperatur*.....49
4.3 Uji *Weight Loss* Aluminium 7075 dengan Larutan HCl kosentrasi 1M..... 50
4.3.1 Data Pengujian *Weight Loss* Aluminium 7075..... 51
4.3.2 Analisa Data Hasil Pengujian *Weight Loss* Aluminium 7075 53
4.3.3 Pembahasan Pengujian *Weight Loss*..... 54
4.4 Pengujian Metalografi Aluminium 7075 dengan Variasi Temperatur..... 56
4.4.1 Data Pengujian Metalografi Aluminium 7075..... 56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... 59
5.1 Kesimpulan 59
5.2 Saran 60
DAFTAR PUSTAKA..... 61
LAMPIRAN
BIODATA PENULIS

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema *Age Hardening*..... 12
Gambar 2.2 Diagram fase Pemanasan Logam Paduan..... 13
Gambar 2.3 Diagram Urutan Perubahan Fasa 15
Gambar 2.4 (a) *supersaturated solute solution*, (b) fasa θ'' mulai terbentuk *precipitate* (*Al-Cu)*, (c) fasa keseimbangan θ *Al-Cu*.... 16
Gambar 2.5 Hubungan Antara Waktu (*aging*) dengan Kekuatan dan Kekerasan Paduan Aluminium..... 18
Gambar 2.6 Indentor Uji Kekerasan..... 20
Gambar 2.7 Mesin Uji *Vickers*..... 21
Gambar 2.8 Jejak Indentor Persegi..... 21
Gambar 3.1 Diagram Alir Dalam Pembuatan Tugas Akhir..... 29
Gambar 3.2 Benda Uji AA7075..... 33
Gambar 3.3 *Thermolyne type 48000 furnace*..... 34
Gambar 3.4 Mesin Uji *Vickers*..... 35
Gambar 3.5 Pencelupan Spesimen pada Larutan HCl..... 36
Gambar 3.6 Pengeringan Spesimen untuk mengurangi pengendapan..37
Gambar 3.7 Alat Penimbang Berat Ketelitian 0,001 gram..... 38
Gambar 3.8 Mikroskop..... 39
Gambar 3.9 Mesin *Polishing and Grinding*..... 39
Gambar 3.10 Proses Etsa..... 40
Gambar 3.11 Control Box (*olympus video*)..... 41
Gambar 4.1 Skema Proses Perlakuan Panas..... 45
Gambar 4.2 Spesimen hasil Uji Kekerasan..... 46
Gambar 4.3 Grafik Kekerasan AA7075..... 49
Gambar 4.4 Grafik Laju Korosi Alumunium 7075..... 53
Gambar 4.5 Grafik Laju Korosi dan Kekerasan..... 55
Gambar 4.6 Hasil Metalografi..... 56

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi paduan aluminium..... 7
Tabel 2.2 Paduan Kimia Aluminium 11
Tabel 2.3 Paduan Kimia Aluminium 7075 11
Tabel 2.4 Contoh bahan yang dilakukan Uji Kekerasan 22
Tabel 2.5 Konstanta Laju Korosi 27
Tabel 3.1 Chemical composition % of AA7075..... 32
Tabel 3.2 Mechanical Properties 32
Tabel 4.1 Pencarian Nilai Kekerasan 47
Tabel 4.2 Rata-rata Pengujian Kekerasan 48
Tabel 4.3 Data yang Digunakan untuk Uji Kekerasan 49
Tabel 4.4 Konstanta Laju Korosi..... 50
Tabel 4.5 Data yang Digunakan untuk Uji *Weight Loss*..... 51
Tabel 4.6 Data *Weight Loss* Aluminium 7075 52

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Korosi pada logam menimbulkan kerugian tidak sedikit. Hasil riset yang berlangsung tahun 2002 di Amerika Serikat memperkirakan, kerugian akibat korosi yang menyerang permesinan industri, infrastruktur, sampai perangkat transportasi di negara adidaya itu mencapai 276 miliar dollar AS. Ini berarti 3,1 persen dari Gross Domestic Product (GDP)-nya. sebenarnya, negara-negara di kawasan tropis seperti Indonesia paling banyak menderita kerugian akibat korosi ini. tetapi, tidak ada data yang jelas di negara-negara tersebut tentang jumlah kerugian setiap tahunnya.

Korosi yang dipengaruhi oleh mikroba merupakan suatu inisiasi atau aktifitas korosi akibat aktifitas mikroba dan proses korosi. Korosi pertama diindentifikasi hampir 100 jenis dan telah dideskripsikan awal tahun 1934. bagaimanapun korosi yang disebabkan aktifitas mikroba tidak dipandang serius saat degradasi pemakaian sistem industri modern hingga pertengahan tahun1970- an. Ketika pengaruh serangan mikroba semakin tinggi, sebagai contoh tangki air stainless steel dinding dalam terjadi serangan korosi lubang yang luas pada permukaan sehingga para industriawan menyadari serangan tersebut. Sehingga saat itu, korosi jenis ini merupakan salah satu faktor pertimbangan pada instalasi pembangkit industri, industri minyak dan gas, proses kimia, transportasi dan industri kertaspulp. Selama tahun 1980 dan berlanjut hingga awal tahun 2000, fenomena tesebut dimasukkan sebagai bahan perhatian dalam biaya operasi dan pemeriksaan sistem industri. Dari fenomena tersebut, banyak institusi mempelajari dan memecahkan masalah ini dengan penelitian-penelitian untuk mengurangi bahaya korosi tersebut.

Penulisan ini ditujukan sebagai bahan perhatian kembali kepada pelaku industriawan, dosen dan pendidikan secara khususnya dan orang-orang yang berkompeten terhadap bidang, kimia, korosi dan ilmu pengetahuan alam pada umumnya, bagaimana bahayanya korosi bakteri di lingkungan bebas baik air, udara dan tanah di sekitar.

Dalam hal ini mikroba merupakan suatu mikrooranisme yang hidup di lingkungan secara luas pada habitat-habitatnya dan membentuk koloni yang pemukaanya kaya dengan air, nutrisi dan kondisi fisik yang memungkinkan pertumbuhan mikroba terjadi pada rentang suhu yang panjang biasa ditemukan di sistem air, kandungan nitrogen dan fosfor sedikit, konsentrat serta nutrisi-nutrisi penunjang lainnya.

Mikroorganisme yang mempengaruhi korosi antara lain bakteri, jamur, alga dan protozoa. Korosi ini bertanggung jawab terhadap degradasi material di lingkungan. Pengaruh inisiasi atau laju korosi di suatu area, mikroorganisme umumnya berhubungan dengan permukaan korosi kemudian menempel pada permukaan logam dalam bentuk lapisan tipis atau biodeposit. Lapisan film tipis atau biofilm. Pembentukan lapisan tipis saat 2 – 4 jam pencelupan sehingga membentuk lapisan ini terlihat hanya bintik-bintik dibandingkan menyeluruh di permukaan.

Logam aluminium yang umumnya digunakan untuk perancangan kapal adalah salah satunya aluminium 7075.Untuk membuat aluminium dapat mencapai kekerasan dan kekuatan optimumnya adalah salah satunya dengan cara memperlakukan aluminium dengan aging treatment.Salah satu penilitian yang bisa dilakukan adalah menganalisa pengaruh variasi holding time age hardening pada aluminium 7075 terhadap laju korosi dengan media HCL dan melakukan uji metalografi.

1.2 Perumusan Masalah

Dari uraian latar belakang diatas, maka ada beberapa rumusan masalah yang muncul. Diantara rumusan tersebut adalah :

1) Bagaimana pengaruh variasi *temperature* terhadap struktur mikro pada aluminium 7075?
2) Bagaimana pengaruh variasi *temperature* terhadap laju korosi menggunakan larutan HCL pada aluminium 7075?

1.3 Batasan Masalah

Agar mendapatkan hasil penelitian yang sesuai dengan tingkat ketelitian yang diinginkan, maka batasan masalah disusun agar memperjelas arah dan mengendalikan model sistem yang akan dicapai yaitu sebagai berikut :

1) Benda uji diasumsikan dengan dimensi yang sama.
2) Penelitian ini hanya membahas laju korosi dan mikro struktur.
3) Benda uji dianggap sama pada dimensinya.
4) Variasi *temperature* adalah menggunakan media air biasa age hardening.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1) Mengetahui pengaruh variasi *temperature* terhadap laju korosi dengan medium larutan HCL pada aluminium 7075.
2) Mengetahui pengaruh variasi *temperature* terhadap struktur mikro pada aluminium 7075.

1.5 Manfaat Penelitian

Untuk mengetahui pengaruh laju korosi dan struktur mikro pada aluminium yang telah diperlakukan aging treatment,sehingga bisa memastikan apakah aluminium yang telah diproses dengan metode age hardening adalah tindakan yang tepat untuk mengoptimalkan sifat mekanik dari aluminium yang akan dipakai dalam pengaplikasiannya dalam pembuatan kapal.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan disusun untuk memberikan gambaran penjelas mengenai bagian – bagian tugas akhir, diantaranya :

BAB I PENDAHULUAN

Menjelaskan secara singkat tinjauan secara umum mengenai latar belakang, rumusan permasalahan, batasan masalah, tujuan, sistematika penulisan dan manfaat.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Menjelaskan beberapa teori penunjang yang digunakan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

BAB III METODOLOGI

Menjelaskan metodologi penelitian, diagram langkah penelitian, spesifikasi dan langkah proses pengujian-pengujian yang dilakukan.

BAB IV HASIL DAN ANALISA

Membahas hasil pengujian diantaranya adalah pengujian metalografi, pengujian kekerasan dan pengujian impak.

BAB V PENUTUP

Membahas tentang kesimpulan dari hasil analisis dan saran-saran penulis dalam penyusunan tugas akhir.

DAFTAR PUSTAKA

Kumpulan referensi – referensi yang terkait dengan materi pembahasan, berupa buku, jurnal tugas akhir terdahulu, maupun *website* yang dijadikan acuan untuk menyelesaikan tugas akhir.

LAMPIRAN

Berisi tentang perhitungan pada , kekerasan pada setiap variasi yang digunakan. Sertifikat komposisi paduan aluminium 7075.

BAB II
DASAR TEORI

2.1 Aluminium

Aluminium pada sekitar abad 17 digunakan tanah liat aluminium untuk membuat tembikar. Napoleon juga memiliki satu set peralatan makan yang terbuat dari aluminium untuk menjamu tamu-tamu terhormatnya. Pada tahun 1761, De Morveau mengusulkan nama "alumine". Kemudian pada tahun 1808, Sir Humphry Davy berhasil menunjukkan eksistensi logam ini. Pada tahun 1825, seorang ahli fisika Denmark dan ahli kimia bernama Henry Christian Oersted, berhasil mensistesis aluminium murni. Oersted mereaksikan amalgam potasium dengan aluminium klorida anhidrat. Residu merkuri kemudian disuling untuk mendapatkan aluminium. Pada tahun 1827, Freidrich Wohler juga berhasil melakukan apa yang dicapai Oersted dengan metode yang berbeda. Mulai saat itu aluminium berhasil disintesis untuk tujuan komersial. Karena proses untuk mendapatkan aluminium murni masih amat sulit, pada saat itu aluminium lebih berharga dibanding emas. Aluminium terus menjadi logam yang sulit diperoleh hingga pada tahun 1886, dua ilmuwan muda, Charles Heroult dan Martin Hall mampu memperoleh aluminium dari aluminium oksida (alumina).

Logam Aluminium merupakan unsur logam terbanyak di muka bumi, dimana hampir 8% berat dari kerak bumi adalah aluminium. Aluminium ditemukan oleh Sir Humphrey Davy pada tahun 1809 sebagai suatu unsur, dan pertama kali direduksi sebagai suatu logam oleh H.C. Oersted pada tahun 1955. Bijih bauksit adalah bahan utama untuk pembuatan aluminium yang terdapat di dalam batu-batu dalam kerak bumi. Di dalam bebatuan tersebut aluminium masih berbentuk silikat dan komponen lain yang lebih kompleks, karena komponen aluminium yang begitu komplek tersebut maka diperlukan penelitian lebih dari 60 tahun untuk menemukan cara yang ekonomis untuk membuat aluminium dari bijih bauksit.

Aluminium mempunyai keunggulan dibandingkan dengan material lain dikarenakan aluminum mempunyai sifat- sifat yang sangat baik Dalam kehidupan sehari-hari aluminium merupakan bahan yang sering digunakan. Berikut merupakan sifat-sifat aluminium:

a. Sifat Kuat

Sifat yang kuat pada Aluminium terutama bila dipadu dengan logam lain. Digunakan untuk pembuatan komponen yang memerlukan kekuatan tinggi seperti: kapal laut, pesawat terbang, bejana tekan, kendaraan dan lainnya.

b. Sifat Ringan

Bobot dari Aluminium lebih ringan dari bobot besi dan baja, atau tembaga dan banyak digunakan dalam industri transportasi seperti kendaraan udara.

c. Tahan korosi

Sifat yang tahan korosi sehingga baik dipakai untuk lingkungan yang dipengaruhi oleh unsur-unsur seperti air, udara, suhu dan unsur-unsur kimia lainnya, baik di tembat yang mempunyai kelembaban tinggi.

d. Konduktor listrik

Sifat konduktor dari Aluminium bisa menghantarkan arus listrik lebih besar dibandingkan dengan tembaga. Aluminium sangatlah ringan dan murah, maka Aluminium sangat baik untuk kabel-kabel listrik overhead.

e. Sifat mudah dibentuk

Pengerjaan dari Aluminium mudah untuk dibentuk dan dapat disambung dengan material lainnya seperti pengelasan, brazing, solder, sambungan mekanis, dan beberapa metode penyambungan lainnya.

f. Non magnetik

Aluminium sangat baik untuk penggunaan pada peralatan elektronik, yang dimana diperlukan faktor magnetisasi negatif seperti pemancar radio dan TV.

g. Konduktor panas

Sifatnya yang konduktor sangat baik untuk penggunaan pada alat-alat pemindah panas sehingga dapat meminimalkan energi keluar.

2.1.1 Klasifikasi Aluminium

Menurut *American National Standard Institute* (ANSI) Standard H35.1 dan Aluminium Association (AA), sistem modifikasi paduan aluminium adalah menggunakan empat digit/angka, dimana angka pertama menyatakan unsur utama paduan (dominan) yang terkandung, seperti pada Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1 Klasifikasi paduan aluminium.

Seri paduan	Unsur paduan utama
1xxx	Al ≥ 99 %
2xxx	Cu 1,9-6,8% + Mg
3xxx	Mn 0,3-1,5%
4xxx	Si 3,6-13,5%
5xxx	Mg 0,5-5,5%
6xxx	Mg 0,4-1,5% + Si 0,2-1,7%
7xxx	Zn 1-8,2% + Mg
8xxx	Li

(Sumber : Bahan Teknik Manufaktur Malau V)

Digit pertama menunjukkan jenis unsur paduan utamanya, sedangkan pada digit kedua menunjukkan modifikasi dari paduan. Apabila pada digit keduanya 0 mengindikasikan paduan orisinil, integer 1-9 menunjukkannya adanya modifikasi pada paduan orisinil.

Digit ketiga dan keempat tidak menunjukkan signifikasi khusus, melainkan untuk membedakan kelompok paduan aluminium yang berbeda. Menurut metode pengerasannya, aluminium dibagi menjadi dua

kelompok yaitu *Heat Treatable* dan *Non Heat Treatable.* Yang membedakan kelompok masing-masing adalah untuk kelompok *Heat Treatable* merupakan paduan aluminium yang dapat diperkeras dengan proses penuaan *(Aging),* sedangkan *Non Heat Treatable* tidak dapat diperkeras dengan proses penuaan *(Aging)* tetapi dapat dilakukan penguatan larutan-padat (*Solid Solution Strengthening),* pengerasan butir *(Strain Hardening),* atau pengerasan dispersi *(Dispersion Strengthening).* Paduan tempa yang dapat diperkuat menggunakan proses perlakuan panas yaitu pada paduan aluminium seri 2xxx, 6xxx, 7xxx dan beberapa jenis dari seri 8xxx. Paduan *non heat treatable alloys* pada paduan aluminium seperti seri 1xxx, 3xxx, 4xxx, dan 5xxx memiliki sifat mekanik yang diperoleh melalui mekanisme *hot working* dan *cold working* selama proses produksi dan pasca produksi yang menggunakan proses pengerasan.
Berikut sifat umum pada masing-masing seri paduan aluminium:

a. Aluminium Seri 1xxx (Aluminium Murni)

Paduan utama seri ini adalah besi dan silicon. Jenis paduan ini mempunyai kandungan aluminium 99,0%. Aluminium dalam seri ini memiliki kekuatan yang rendah tapi memiliki sifat tahan korosi, konduksi panas dan konduksi listrik yang baik juga memiliki sifat mampu las dan mampu potong yang bagus.

b. Aluminium Seri 2xxx (Paduan Al-Cu)

Paduan utama pada seri ini adalah copper, tetapi magnesium dan sejumlah kecil elemen lain juga ditambahkan. Jenis paduan Al-Cu adalah jenis yang dapat diperlaku-panaskan. Dengan melalui pengerasan endap atau penyepuhan, sifat mekanikpaduan ini dapat menyamai sifat dari baja lunak, tetapi daya tahan korosinya rendah bila dibandingkan dengan jenis paduan yang lainnya. Sifat mampu lasnya juga kurang baik, karena itu paduan jenis ini biasanya digunakan pada kontruksi keling dan banyak sekali digunakan dalam kontruksi pesawat terbang.

c. Aluminium Seri 3xxx (Paduan Al-Mn)

Paduan utama pada seri ini adalah Manganese. Paduan ini adalah jenis yang tidak dapat diperlaku-panaskan, sehingga penaikan kekuatannya hanya dapat diusahakan melalui pengerjaan dingin pada proses pembua tannya. Bila dibandingkan dengan jenis alumunium murni, paduan ini mempunyai sifat yang sama dalam hal ketahanan terhadap korosi, mampu potong dan sifat mampu lasnya, sedangkan dalam hal kekuatannya, jenis paduan ini jauh lebih tinggi.

d. Aluminium Seri 4xxx (Paduan Al-Si)

Paduan utama pada seri ini adalah Silikon yang termasuk jenis yang tidak dapat diperlaku-panaskan. Jenis ini dalam keadaaan cair mempunyai sifat mampu alir yang baik dan dalam proses pembekuannya hampir tidak terjadi retak. Karena sifat-sifatnya, maka paduan jenis Al-Sibanyak digunakan sebagai bahan atau logam las dalam pengelasan paduan aluminium baik paduan cor atau tempa pada dunia Industri.

e. Aluminium Seri 5xxx (Paduan Al-Mg)

Paduan Aluminium dan Magnesium merupakan paduan utama dari komposisi sekitar 5%. Jenis ini mempunyai sifat yang baik dalam daya tahan korosi, terutama korosi oleh air laut dan sifat mampu lasnya. Paduan ini juga digunakan untuk sheet metal work, biasanya digunakan untuk komponen bus, truk, dan untuk beberapa bagian kapal.

f. Aluminium 6xxx (Paduan Al-Mg-Si)

Paduan seri 6xxx adalah Magnesium dan Silicon. Paduan ini termasuk dalam jenis yang dapat diperlaku-panaskan dan mempunyai sifat mampu potong dan daya tahan korosi yang cukup. Sifat yang kurang baik dari paduan ini adalah terjadinya pelunakan pada daerah las sebagai akibat dari panas pengelasan yang timbul.

Paduan jenis ini banyak digunakan untuk tujuan struktur rangka dan biasanya untuk lambung kapal.

g. Alumunium Seri 7xxx (Paduan Al-Zn)

Paduan ini jenis yang dapat diperlaku-panaskan. Biasanya ke dalam paduan pokok Al-Zn ditambahkan Mg, Cu dan Cr. Kekuatan tarik yang dapat dicapai lebih dari 504 Mpa, sehingga paduan ini dinamakan juga ultra duralumin yang sering digunakan untuk struktur rangka pesawat dan beberapa rangka kapal. Berlawanan dengan kekuatan tariknya, sifat mampu las dan daya tahannya terhadap korosi kurang menguntungkan.

2.1.2 Aluminium 7075 dan Paduannya

Seng adalah unsur utama dari paduan aluminium 7075 ini, simbol kimianya adalah seng, nomor atomnya adalah 30, dalam tabel periodik unsur kimia dalam siklus keempat, kelompok B kedua. Seng adalah logam transisi abu-abu terang dan logam "umum" keempat, kedua setelah besi, aluminium dan tembaga (oksigen, silikon, aluminium, besi, kalsium, natrium, kalium, magnesium, masing-masing, adalah unsur yang paling melimpah di bumi ini). Kerak).

Fitur yang paling penting adalah ketahanan aluminium korosi karena pembentukan pada permukaan film pelindung yang solid - alumina. Aluminium memiliki konduktivitas listrik dan panas yang tinggi (tapi sedikit lebih buruk, dari tembaga), sehingga ia menemukan aplikasi terbesar dalam industri listrik untuk produksi kawat, kabel, gulungan dll. n. selain, aluminium digunakan dalam industri kimia, dalam instrumentasi, dan untuk paduan aluminium.

Seng adalah logam putih biru. Ketika suhu mencapai 225 derajat, oksidasi seng sangat kuat. Saat terbakar, nyala biru-hijau dipancarkan. Seng mudah larut dalam asam, dan mudah untuk menggantikan emas, perak dan tembaga dari larutan. Seng ada dalam keadaan sulfida di alam. Mineral-mineral bantalan seng utama adalah sfalerit. Ada juga sejumlah kecil bijih teroksidasi, seperti seng sulfida, seperti seng sulfida dan bijih hetero.

Tabel 2.2 Paduan Kimia Aluminium

Paduan	Komposisi %	Kekuatan Tensil (Mpa)	Elongasi (%) pada 50mm bahan
2014	4,4 Cu 0,8 Si 0,8 Mn 0,4 Mg	190-490	10-22
2024	4,5 Cu 0,6 Mn 1,5 Mg	190-525	6-20
6061	1,0 Mg 0,6 Si 0,2 Cr	125-410	6-25
7075	5,5 Zn 2,5 Mg 1,5 Cu 0,3 Cr	230-580	11-17

(Sumber : Bahan Teknik Manufaktur)

Unsur-unsur seng dan Zn dapat meningkatkan kekompakan paduan aluminium, memfasilitasi demoulding dan mengurangi sifat mekanik dari paduan, tetapi kerapuhan suhu tinggi besar, yang cenderung menyebabkan retakan dalam casting. Seng memiliki kelarutan yang tinggi dalam aluminium. Ketika kandungan seng dalam aluminium lebih dari 10%, kekuatan paduan dapat ditingkatkan secara signifikan.

Tabel 2.3 Paduan Kimia Aluminium 7075

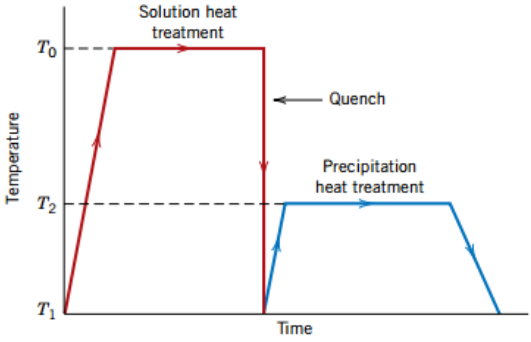
Unsur	Si	Fe	Ce	Mn	Mg	Cr	N	Zn	Ti	Zr
Diperlukan	0.4	0.5	2.0	0.3	2.9	0.28	-	6.1	0.2	-
Kandungan	0.06	0.2	1.4	0.02	2.5	0.20	-	6.0	0.06	-
Unsur	Tr+Zr	Na	Tm	Bi	Pb	Mn+ Cr	Ca	Unsur lain		Al
								Tiap	Jml	
Diperlukan	-	-	-	-	-	-	-	0.05	0.15	rem
Kandungan	-	-	-	-	-	-	-	0.05	0.15	rem

(Sumber : Sertifikat Komposisi AA7075)

Paduan pada Aluminium seri 7075 berdasarkan tabel di atas maka unsur yang memiliki komposisi paling besar serta sangat mempengaruhi sifat mekanik dari paduan alumunium seri 7075 adalah Seng (Zn), sehingga jika paduan alumunium seri 7075 diberi perlakuan panas maka yang terbentuk adalah senyawa Al-Zn.

2.2 Pengerasan Penuaan (*Age Hardening)*

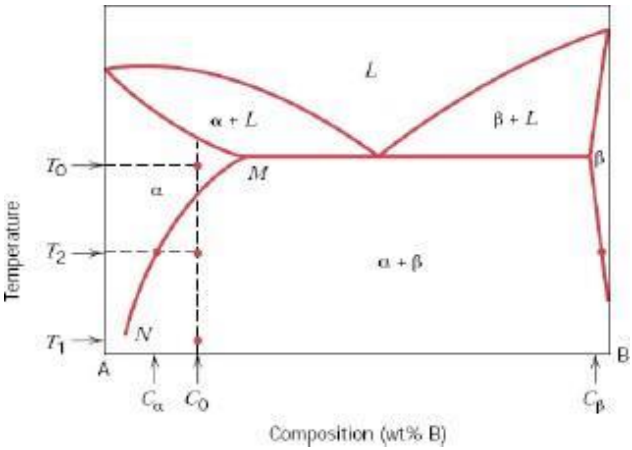
Pengerasan penuaan atau *Age Hardening* merupakan proses pengerasan endap yang dilakukan dengan cara spesimen yang memiliki temperatur ruangan (T1) dilakukan pelarutan pada pelarutan *(Solution Heat Treatment)* pada suhu tinggi yaitu pada temperatur 300ºC (T0) dan diikuti dengan proses pendingan cepat (*quenching)* kemudian dilakukan penuaan *(Aging)* pada temperatur 150ºC (T2) dan temperatur berikutnya 175°C, 200°C, 225°C, 250°C yang dimana terjadi proses *(Precipitation Heat Treatment)*. Pengerasan penuaan *(Age Hardening)* merupakan salah satu cara perlakuan panas pada logam paduan aluminium. Dengan melakukan pengerasan penuaan *(Age Hardening)* logam paduan aluminium akan memperoleh kekuatan dan kekerasan yang lebih baik. Proses *Age Hardening* dapat dilakukan melalui beberapa tahapan, mulai dari paduan dipanaskan dengan temperatur tertentu atau sampai membentuk satu fasa tunggal. Tujuannya untuk menyeragamkan struktur mikronya. Kemudian dilakukan pendingan secara cepat *(Quenching)* dengan tujuan untuk mencegah atom berdifusi membentuk fasa-fasa lain yang tidak di inginkan. Setelah dilakukan proses pendingan secara cepat *(Quenching)* paduan aluminium dipanaskan kembali. Skema *Age Hardening*.



Gambar 2.1 Skema *Age Hardening*

2.2.1 Tahap Perlakuan Panas Pelarutan (*Solution Heat Treatment*)

Pada T0 struktur logam adalah α, dengan komposisi C0. Kemudian dilakukan pendinginan cepat hingga temperatur T1 yaitu temperatur ruang sehingga phase β tidak bisa terbentuk. Karena itu kondisi logam adalah tidak setimbang atau *non equilibrium* dimana hanya ada phase α jenuh dengan atom β didalamnya. Sifat bahan adalah lunak dan lemah. Proses *solution heat treatment.*



Gambar 2.2 Diagram fase Pemanasan Logam Paduan

2.2.2 Pendinginan (*Quenching*)

Proses *quenching* dilakukan setelah proses *solution heat treatment.* Pendinginan secara cepat *(Quenching)* melibatkan beberapa faktor yang saling berhubungan. Pertama yaitu jenis media pendingin dan kondisi proses yang digunakan. Untuk proses *quenching* pada paduan aluminium yaitu menggunakan media pendingin air, karena air merupakan media pendingin yang cocok untuk paduan logam yang memiliki tingkat kekerasan atau

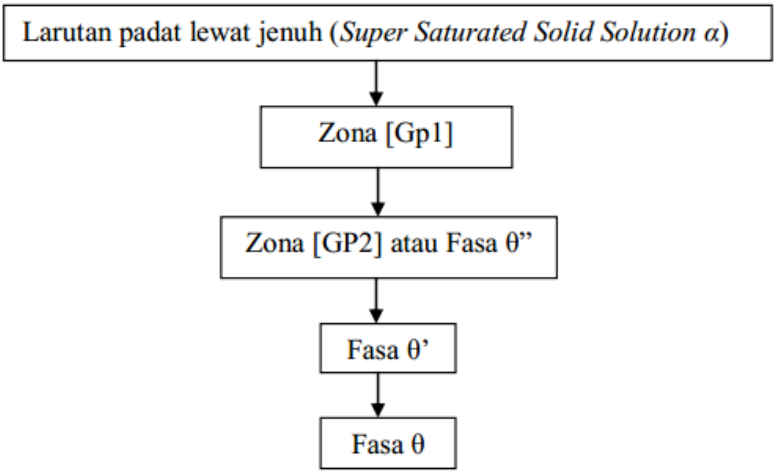
hardenability yang relatif rendah. Kedua adalah komposisi kimia dan hardenbility dari logam tersebut. *Hardenbility* merupakan fungsi dari komposisi kimia dan ukuran butir pada temperatur tertentu. Selain itu, dimensi dari logam juga berpengaruh terhadap hasil proses quenching.

Pendinginan cepat *(Quenching)* dilakukan dari temperatur pemanas pada *solution heat treatment* yaitu 300 ^{O}C ke temperatur yang diinginkan. Tujuan utama dari proses pengerasan adalah mencegah atom yang berada didalamnya tidak sempat bergerak atau berdifusi membentuk fasa-fasa lain yang tidak diinginkan. Adapun pada proses *quenching* ini terbagi menjadi dia jenis, yaitu pendinginan secara terus menerus dan pendinginan yang tidak terus menerus.

2.2.3 Tahap Penuaan (*Aging*)

Tahap terakhir dalam proses *age hardening* yaitu penuaan *(Aging).* Penuaan pada paduan aluminium dapat dibedakan menjadi dua variasi, yaitu penuaan alami *(Natural Aging)* dan penuaan buatan *(Artifical Aging).* Penuaan alami *(Natural Aging)* merupakan penuaan yang digunakan pada paduan aluminium yang dilakukan di *age hardening* dalam keadaan dingin dengan temperatur antara 15^{O}C sampai 25 ^{O}C serta waktu penahanannya 5 sampai 8 hari. Sedangkan *artificial aging* merupakan penuaan yang digunakan pada paduan aluminium yang dilakukan di *age hardening* dalam keadaan panas dengan temperatur antara 150 ^{O}C sampai 250 ^{O}C serta waktu penahanannya 1 sampai 24 jam. Salah satu variasi perlakuan yang dapat mempengaruhi hasil dari proses age hardening yaitu *artificial aging*. Temperatur saat pengkristalan paduan aluminium (150 ^{O}C) atau di bawah maupun diatas temperatur pengkristalan logam paduan aluminium dapat digunakan sebagai temperatur *artificial aging.* Penuaan buatan (*artificial aging*) berlangsung pada suhu antara 150 ^{O}C - 250 ^{O}C. Temperatur *artificial aging* antara 150 ^{O}C sampai 250 ^{O}C dapat berpengaruh pada tingkat kekerasan, karena pada proses *artificial aging* akan terjadi perubahan-perubahan fasa atau struktur. Fasa yang

mengalami perubahan akan memberikan sumbangan terhadap pengerasan. Berikut ini merupakan Gambar 2.3 diagram urutan perubahan fasa yang terjadi pada proses *artificial aging*.



Gambar 2.3 Diagram Urutan Perubahan Fasa
(Sumber : Smith,1995)

a. Larutan Padat Lewat Jenuh (*Super Saturated Solid Solution α)*

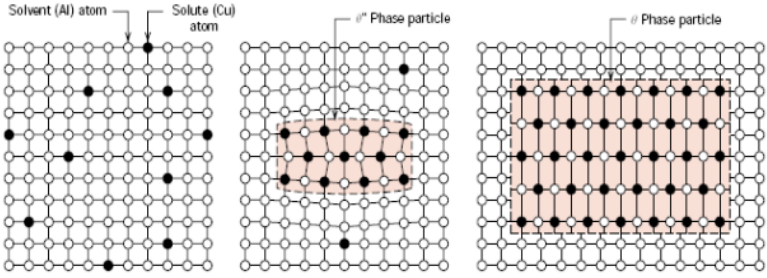
Larutan padat lewat jenuh pada temperatur ruang akan ditemukan pada paduan aluminium yang telah melewati tahap perlakuan panas pelarutan (*Solution Heat Treatment)* dan pendinginan secara cepat (*quenching).* Kondisi yang secara bersamaan akan menghasilkan kekosongan atom dalam keseimbangan termal di temperatur tinggi tetap pada tempatnya. Logam paduan aluminium akan menjadi lunak dibandingkan dengan kondisi awalnya jika tahap pendingan cepat atau *quenching* dilakukan.

b. Zona [GP 1]

Zona presipitasi yang terbentuk oleh temperatur penuaan atau *aging* yang rendah dan dibentuk oleh *segregasi* atom Cu dalam larutan padat lewat jenuh *(super saturated solid solution* α*)* merupakan Zona [GP 1]. Pada tahap awal dari proses *artifical aging*, Zona [GP 1] akan muncul. Zona ini terbentuk ketika temperatur *artificial aging* dibawah 150 ^{O}C atau mulai temperatur ruang hingga temperatur 150 ^{O}C dan pada temperatur *artificial aging* yang terlalu tinggi Zona [GP 1] tidak akan terbentuk. Kekerasan logam paduan aluminium akan meningkat apabila terbentuknya Zona [GP 1]. Fasa akan berubah sampai terbentuknya Zona [GP 1] apabila *artificial aging* ditetapkan pada temperatur 150 ^{O}C. Proses pengerasan dari larutan padat lewat jenuh sampai terbentuknya zona [GP 1] biasa disebut dengan pengerasan tahap pertama.

c. Zona [GP 2] atau Fasa θ”

Zona [GP 2] atau fasa θ” akan muncul jika temperatur *artificial aging* melewati 100 ^{O}C ke atas. Pada temperatur 130 ^{O}C akan terbentuk zona [GP2] dan tingkat kekerasan yang optimal didapatkan apabila waktu penahanan *artificial aging*nya. Perubahan fasa dapat dilihat pada Gambar 2.4 berikut ini.



Gambar 2.4 (a) *supersaturated solute solution*, (b) fasa θ’’ mulai terbentuk *precipitate* (*Al-Cu)*, (c) fasa keseimbangan θ *Al-Cu* .

Ketika sampai terbentuknya zona [GP 2], biasanya proses *artificial aging* berhenti ketika sampai terbentuknya zona [GP 2]. Hal itu disebabkan karena paduan aluminium akan kembali menjadi lunak setelah melewati zona [GP 2]. Apabila proses *artificial aging* dilakukan sampai terbentuknya fasa θ" atau zona [GP 2], maka disebut dengan pengerasan tahap kedua. Pada Gambar 2.4 menjelaskan fasa keseimbangan yang terbentuk pada proses *aging* aluminium-tembaga *(Al-Cu)* menyebabkan paduan aluminium akan kembali ke fasa θ.

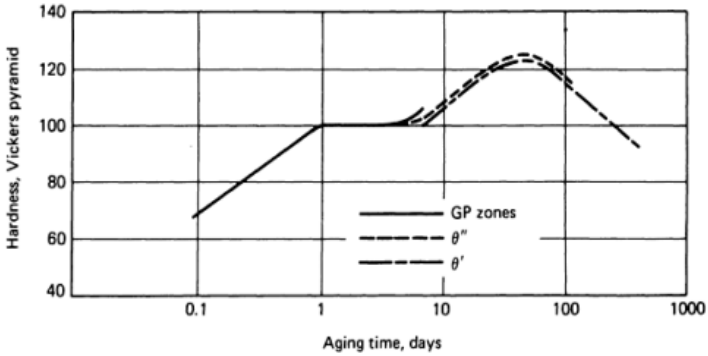
d. Fasa θ'

Dengan menaikkan temperatur *aging* atau waktu tahan pada *aging* tetapi temperaturnya tetap akan menyebabkan terbentuknya presipitasi dengan struktur kristal yang teratur namun berbeda dengan fasa θ. Fasa ini dinamakan fasa antara atau fasa θ'. Dengan terbentuknya fasa θ' ini peningkatan kekerasan pada paduan aluminium masih dapat diterima, namun pada peningkatan kekerasan yang terjadi akan berjalan sangat lambat.

e.Fasa θ

Jika temperatur *aging* atau waktu tahan pada *aging* tetapi temperaturnya dibuat tetap akan menyebabkan perubahan fasa dari fasa θ' berubah menjadi fasa θ. Fasa yang telah berubah menjadi fasa θ akan mengubah sifat paduan aluminium menjadi lunak. Sedangkan hasil dari proses *age hardening* dapat dipengaruhi oleh waktu penahan dalam tahap *artificial aging.* Sama seperti temperatur, waktu penahanan pada tahap *artificial aging* dapat mempengaruhi perubahan struktur atau perubahan fasa pada paduan aluminium, maka dari itu pada saat *artifical aging* harus hati-hati saat pemilihan waktu penahanannya. Waktu penahanan saat *aging* dengan kekerasan paduan aluminium memiliki hubungan yang diawali pada proses perubahan fasa yang terbentuk pada proses *age hardening* atau *precipitation hardening.*

Seiring dengan bertambahnya waktu tahan pada *aging* maka paduan aluminium akan mengalami penuaan atau munculnya presipitat baru. Grafik hubungan antara waktu (*aging*) dengan kekerasan dapat dilihat pada Gambar 2.5 berikut.



Gambar 2.5 Hubungan Antara Waktu (*aging*) dengan Kekuatan dan Kekerasan Paduan Aluminium
(Sumber : Smith,1995)

Pada grafik penuaan di gambar 2.5, tahap awal pada *artifical aging* fasa yang terjadi masih berupa larutan padat lewat jenuh *(Super Saturated Solid Solution).* Dengan penambahan waktu tahan pada *aging* maka sudah memasuki daerah *under aged.* Pada daerah *under aged* mulai terbentuk zona [GP 1] serta paduan aluminium akan menjadi sedikit kuat dan keras. Apabila waktu tahan pada *aging* ditambahkan maka akan memasuki daerah *peak aged.* Didalam daerah ini presipitat akan mengumpul bahkan mulai terbentuk zona [GP 2] serta akan muncul fasa θ". Dengan munculnya fasa θ", peningkatan kekerasan pada paduan aluminium akan menjadi optimal. Jika waktu tahan pada *aging* ditambahkan lagi setelah mencapai daerah *peak aged* maka akan masuk dalam daerah *over aged.* Fasa yang akan didapatkan pada daerah *over aged* ini yaitu fasa θ. Apabila fasa ini telah terbentuk akan menyebabkan lunak dan berkurang kekerasannya pada paduan

aluminium.

2.3 Pengujian Mekanik

Pengujian mekanik dari suatu logam dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat dari suatu logam. Sebelum melakukan pengujian mekanik maka spesimen benda uji perlu dibentuk sesuai dengan standard pengujiannya. Pengujian juga harus dilakukan sesuai dengan SOP (Standard Operating Procedure), setelah pengujian dilakukan sesuai prosedurnya maka hasil dari pengujian dapat dianalisa dan ditarik kesimpulan dari pengujian tersebut. Beberapa dari sifat mekanis suatu bahan meliputi kekerasan, kekuatan, kekenyalan, kekakuan, plastisitas, ketangguhan,kelelahan,dan merangkak. Secara garis besar, pengujian mekanis terhadap benda uji dapat dibedakan atas pengujian bersifat merusak benda uji (destruktif) dan pengujian bersifat tidak merusak benda uji (non destruktif). Pengujian bersifat merusak benda uji akan menimbulkan kerusakan berarti pada benda uji setelah pengujian selesai. Pegujian bersifat merusak benda uji meliputi uji tarik, uji kelelalahan, uji lengkung, uji kejut, uji tekan dll. Sedangkan pengujian yang bersifat tidak merusak benda uji meliputi uji kekerasan, uji ultrasonik, uji sinar x dan sinar γ.

2.3.1 Pengujian Kekerasan Vickers

Metode pengujian kekerasan Vickers dilakukan dengan cara menekan benda uji atau spesimen dengan indentor intan yang berbentuk piramida dengan alas segi empat dan besar sudut dari permukaan-permukaan yang berhadapan 136°. Penekanan oleh indentor akan menghasilkan suatu jejak atau lekukan pada permukaan benda uji. Ada dua rentang kekuatan yang berbeda, yaitu micro (10g – 1000g) dan macro (1kg – 100kg).

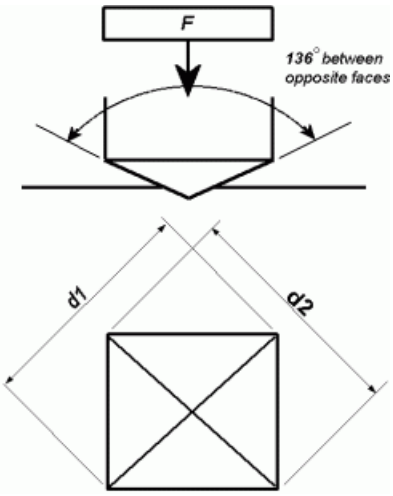
Rumus Pengujian Vickers:

$$Hv = \frac{2F\ sin\frac{\alpha}{2}}{d^2} = \frac{1{,}8554F}{d^2}$$

HV = Angka kekerasan Vickers

F = Beban (kgf)

d = diagonal (mm)

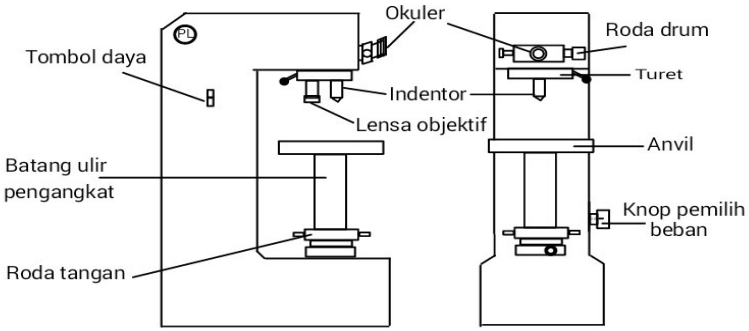


Gambar 2.6 Indentor Uji Kekerasan

Angka kekerasan Vickers dapat diperoleh dengan membagi besar beban uji yang digunakan dengan luas permukaan jejak. Benda uji harus rata-rata dari jejak tersebut harus diuiur terlebih dahulu dengan memakai mikroskop

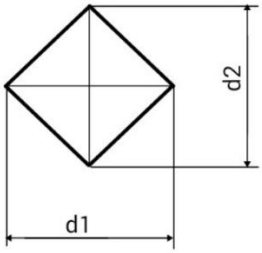
Pengujian kekerasan Vickers hanya menggunakan satu jenis indentor, yaitu indentor intan berbentuk piramid yang dapat digunakan untuk menguji hampir semua jenis logam mulai dari yang lunak hingga

yang keras.Ada beberapa jenis mesin yang digunakan untuk melaksanakan pengujian kekerasan Vickers, seperti mesin Vickers dengan tenaga hidrolik, mesin Vickers mekanis, mesin Vickers digital, mesin Vickers semi otomatis, dan mesin Vickers otomatis penuh. Salah satu jenis mesin Vickers mekanis diperlihatkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.7 Mesin Uji *Vickers*

Pada indentor sendiri yang digunakan yaitu jejak atau lekukan yang dihasilkan dari proses penekanan ke benda kerja, berikut gambar bentuk jejak indentor berbentuk persegi.



Gambar 2.8 Jejak Indentor Persegi

Dari beberapa contoh bahan yang di lakukan pengujian kekerasan *Vickers* didapat tabel seperti dibawah ini.

Tabel 2.4 Contoh bahan yang dilakukan Uji Kekerasan

Bahan	HV
Timah	5
Aluminium	25
Tembaga	40
Paduan Perunggu-Seng	65
Baja Karbon	55-120
Perunggu Tuang	160
Stainless Steel	180
Besi Tuang	200
Mild Steel	230
Baja dikeraskan penuh	1000
Tungsten Karbida	2500

Selain untuk pengujian kekerasan makro, metode Vickers dapat juga digunakan untuk melaksanakan pengujian kekerasan mikro (Vickers microhardeness test). Rentang beban uji yang digunakan pada pengujian kekerasan mikro Vickers ini adalah kecil, yaitu antara 1 gf hingga 1000 gf (1 kgf). Pengujian kekerasan mikro Vickers sangat cocok diterapkan pada bahan yang tipis, lapisan dari benda uji yang permukaannya dikeraskan, keramik, dan komposit.

2.3.2 Uji Metalografi

Pengujian metalografi adalah suatu teknik atau ilmu untuk melihat struktur mikro dan makro material. Struktur mikro logam dapat diperoleh melalui proses penyiapan spesimen metalografi. Dengan tujuan untuk menganalisa struktur, mengenali fasa-fasa dalam struktur mikro, berdasarkan skala makro maupun skala mikro. Dibutuhkan mikroskop dengan perbesaran yang tinggi sampai 1000 kali agar dapat melihat

struktur mikro suatu paduan (material). Gambar atau konfigurasi distribusi fase-fase struktur mikro apabila diamati dengan menggunakan mikroskop optic akan dapat dipelajari seperti :

- Type Fase
  Pada type fase memiliki nama khas pada logam tertentu misalnya pada besi dapat berupa ferrit, perlit, eutectoid dan sebagainya.

- Ukuran butiran
  Memiliki ciri-ciri dimensi dari fase dibandingkan dengan dimensi lainnya seperti ukuran grafit dan ukuran butiran.

- Distribusi
  Pada distribusi yang menjadi pengamatan dalam sample tersebut yaitu daerah penyebarang masing-masing fase diantara luasan.

Melalui pengujian metalografi maka dapat dilihat dan dianalisa struktur mikronya kemudian dapat dikaitkan dengan sifat material tersebut. Pembentukan struktur mikro erat kaitannya dengan proses pembutan material tersebut, meliputi pemberian paduan dan perlakuan lanjut.

2.4 Korosi

Korosi adalah suatu proses perusakan logam oleh suatu reaksi kimia atau elektrokimia sebagai akibat interaksi antara logam dengan lingkungannya. Banyak upaya dilakukan untuk mengatasi proses perusakan tersebut namun proses korosi tidak dapat diatasi secara menyeluruh. Masalah korosi memang sangat sukar untuk ditanggulagi secara tuntas,akan tetapi karena masalah korosi mengikuti hukum tertentu, maka proses korosidapat diusahakan untuk bisa dikendalikan. Usaha pengendalian korosi ditujukan agar proses korosi berlangsung lambat sehingga kerugian korosi per satuan waktu dapat diperkecil. Hal tersebut dapat dicapai apabila dilakukan pengkajian yang seksama

terhadap variabel yang mempengaruhi proses korosi. Upaya pengendalian korosi merupakan bagian dari pelaksanaan perawatan terhadap peralatan-peralatan dalam lingkup sistem yang berpotensi menimbulkan suatu proses korosi. Kecermatan didalam menerapkan teknik perawatan sangat berpengaruh terhadap performance dan umur peralatan tersebut.

2.4.1 Sifat Korosi Logam Aluminium

Aluminum merupakan logam yang paling reaktif. Ketahanan korosi yang dimiliki oleh aluminium disebabkan oleh adanya lapisan oksida yang tipis menempel sangat kuat di permukannya. Pada berbagai lingkungan, jika lapisan ini rusak karena tergores, maka dengan seketika lapisan tersebut dapat diperbaiki kembali. Meskipun lapisan ini sangat tipis namun lapisan ini sangat efektif dalam melindungi aluminium dari proses korosi. Lapisan tersebut lazimnya terdiri dari dua bagian. Lapisan oksida bagian dalam yang bersentuhan dengan permukaan logam merupakan suatu lapisan yang kompak dan amorf dan lapisan sebelah luar relatif lebih tebal, permeabel dan terdiri dari oksida yang terhidrasi. Karateristik korosi logam aluminium lazimnya dikaitkan dengan sifat kimia dari lapisan-lapisan oksida tersebut. Lapisan oksida tersebut merupakan hasil keseimbangan dinamik antara dua gaya yang saling berlawanan,yaitu yang cenderung membentuk lapisan yang kompak dan yang lainnya cenderung mempunyai tendensi untuk mengelupas.

2.4.2 Jenis-jenis Korosi Yang Terjadi Pada Al dan paduannya

a. Korosi Pitting

Korosi pitting pada Al disebabkan oleh ion-ion halida. Pitting pada Al dalam larutan halida terjadi karena Al terpolarisasi ke potensial pitting-nya. Jika tidak ada oksigen, Al tidak akan terserang pitting. Dalam larutan garam non halida yang teraerasi,umumnya Al tidak akan terserang pitting karena potensial pittingnya lebih bersifat mulia.

b. Korosi Batas Butir

Korosi batas butir adalah serangan selektif terhadap batas butir yang disebabkan adanya perbedaan potensial antara batas butir dan sekitarnya. Pada paduan 2xxx, korosi batas butir terjadi apabila kadar Cu di batas butir menurun. Pada paduan 5xxx, korosi batas butir terjadi apabila senyawa Mg-Al yang lebih anodik terbentuk disepanjang batas butir. Pada paduan 7xxx yang tidak mengandung Cu, korosi batas butir terjadi apabila senyawa Zn dan Mg yang anodik terbentuk di batas butir. Paduan 6xxx umumnya lebih tahan terhadap korosi.

c. Korosi Erosi

Di Lingkungan yang tidak korosif seperti misalnya didalam air dengan tingkat kemurnian yang tinggi, paduan alminium yang ketahanan mekaniknya lebih kuat memiliki ketahanan terhadap korosi erosi yang lebih besar, karena ketahanannya dikontrol hanya oleh karateristik mekanik dari sistem. Sedangkan pada lingkungan korosif, komponen korosi menjadi faktor pengontrol. Jadi ketahanan terhadap korosi erosi akan semakin besar pada paduan Al yang lebih tahan korosi meskipun kekuatannya lebih rendah.Untuk memperkecil timbulnya korosi erosi, biasanya menggunakan inhibitor.

2.4.3 Metode Pengujian Percepatan Korosi

Disamping memiliki sifat mekanis,suatu logam juga memiliki sifat kimiawi yang dapat dianalisa juga dengan beberapa pengujian yang sesuai dengan standard SOP (standard operation procedure),salah satu sifat kimiawi yang dapat dianalisa adalah ketahanannya terhadap korosi. Lama pengujiannya mungkin hanya membutuhkan beberapa menit saja atau dapat juga selama beberapa bulan, tergantung pada metode yang digunakan. Salah satu metode sederhana yang dapat digunakan untuk menentukan laju korosi adalah dengan menghitung kehilangan berat atau *Weight Gain Loss*. Metode ini dilakukan dengan merendam sampel logam dalam media korosif tertentu. Pengujian ini biasa disebut dengan uji peredaman atau immersion test. Pengujian ini digolongkan sebagai

pengujian yang dipercepat atau accelerated test. Terdapat dua metode dalam menghitung laju korosi pada suatu logam, yaitu metode *Weight Loss* (kehilangan berat) dan metode elektrokimia. Berikut ini adalah penjelesan dari kedua metode tersebut :

1. Metode *Weight Loss*

   Metode kehilangan berat adalah perhitungan laju korosi dengan mengukur kekurangan berat dari suatu logam akibat korosi yang terjadi.Metode ini menggunakan jangka waktu penelitian hingga didapatkan kekurangan berat pada logam akibat korosi yang terjadi.Untuk mendapatkan jumlah kehilangan berat akibat korosi digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{CR (mpy)} = \frac{W\ X\ K}{D A_S\ T}$$

   Keterangan :
   CR : Corrosion Rate (mpy)
   W : Weight Loss (gram)
   K : Konstanta faktor
   D : Densitas spesimen (g/cm^3)
   A_s : Luas permukaan (cm^2)
   T : Waktu (jam)

   Bila metode ini dijalankan dengan waktu yang lama dan suistinable,metode ini dapat dijadikan acuan terhadap kondisi tempat objek pengujian semula diletakkan (dapat diketahui seberapa korosif daerah tersebut) juga dapat dijadikan referensi untuk treatment yang harus diterapkan pada objek pengujian dan kondisi tempat objek tersebut.

2. Metode Elektrokimia

   Metode elektrokimia adalah metode pengukuran laju korosi dengan menghitung beda potensial benda uji hingga didapat laju korosi yang terjadi.Kelemahan metode ini adalah tidak

dapat menggambarkan secara pasti laju korosi yang terjadi secara akurat karena hanya dapat mengukur laju korosi pada waktu tertentu saja, hingga secara umur pemakaian maupun kondisi untuk dapat ditreatment tidak dapat diketahui. Kelebihan metode ini adalah kita langsung dapat mengetahui laju korosi pada saat di ukur dan waktu pengujiankuran tidak memakan waktu yang lama.Metode elektrokimia ini meggunakan rumus yang didasari pada Hukum Faraday yaitu menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{CR (mpy)} = \text{K}\,\frac{ai}{nD}$$

Metode elektrokimia menggunakan pembanding dengan meletakkan salah satu material dengan sifat korosif yang sangat baik dengan bahan yang akan diuji hingga beda potensial yang terjadi dapat diperhatikan dengan adanya pembanding tersebut.

Dalam hal ini ada beberapa ketentuan untuk menentukan konstanta tergantung dari satuan laju korosi itu tersebut. Dibawah tabel Konstanta laju korosi.

Tabel 2.5 Konstanta Laju Korosi

NO	Konstanta Laju Korosi	K
1	Mils per year (mpy)	$3{,}45 \times 10^{6}$
2	Inches per year (inches/y)	$3{,}45 \times 10^{3}$
3	Milimeters per year (mm/y)	$8{,}76 \times 10^{4}$
4	Micrometers per year (µm/y)	$8{,}76 \times 10^{7}$
5	Miligrams per square decimeter per day (mmd)	$2{,}40 \times 10^{6} \times D$

Massa jenis Aluminium paduan yang digunakan terbagi sebagai berikut untuk mencari nilai korosi:

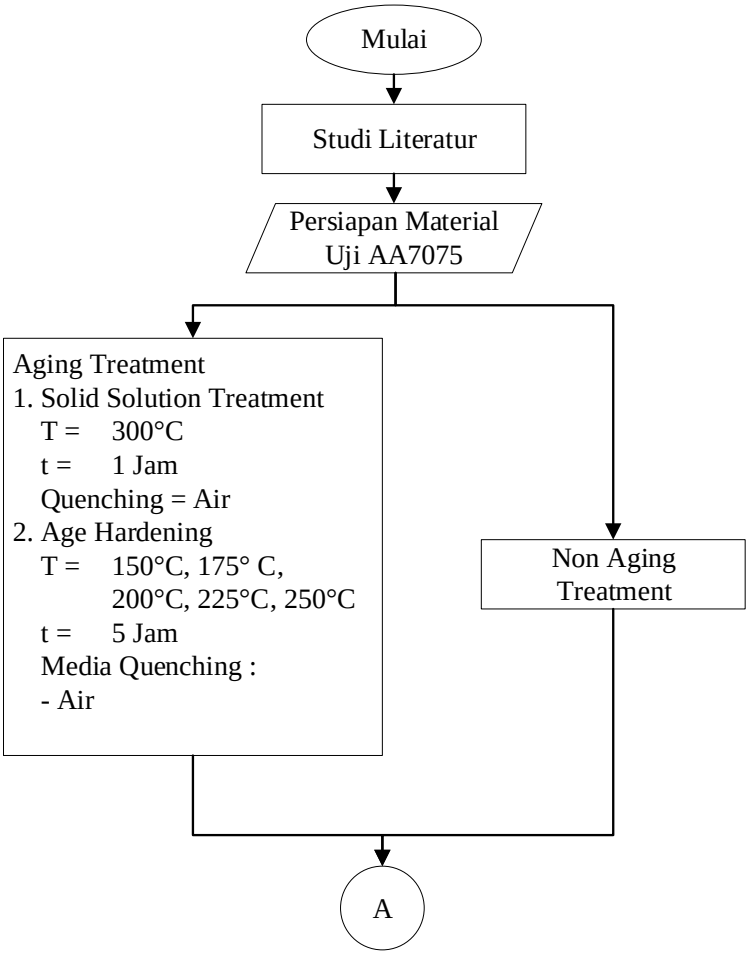
- Aluminium 1100 = 2,71 g/cm
- Aluminium 2024 = 2,77 g/cm
- Aluminium 6061 = 2,70 g/cm
- Aluminium 7075 = 2,80 g/cm

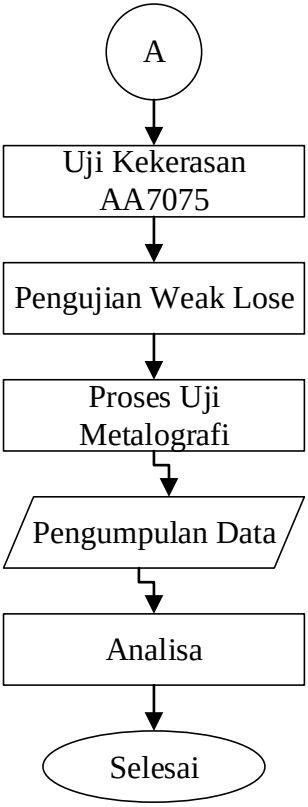
Secara umum laju korosi di ekspresikan sebagai massa yang hilang dibagi satuan luas yang dikalikan dengan waktu dan densitas dari bahan. Laju korosi diekspresikan dalam satuan milimeters per year (mm/y)

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Dalam pembuatan tugas akhir ini, pengerjaanya sesuai dengan flowchart. Dapat dilihat pada Gambar 3.1 diagram alir dibawah ini.





Gambar 3.1 Diagram Alir Dalam Pembuatan Tugas Akhir

Berikut beberapa penjelasan dari Gambar 3.1 diagram alir dalam pembuatan tugas akhir ini.

Studi *Literatur*

Pada proses studi *literatur* ini dilakukan untuk mencari jurnal atau refrensi mengenai aluminium seri AA7075 serta teori setiap pengujian pada aluminium tersebut agar dapat memudahkan untuk menyusun pembuatan tugas akhir ini.

Observasi

Mensurvey tempat penjualan aluminium yang memiliki sertifikat dan alat-alat yang akan dipakai untuk melakukan pengujian pada tugas akhir ini.

Pembuatan Benda Uji

Apabila benda uji yang digunakan sudah siap untuk dipotong, maka dilakukan pemotongan benda uji sesuai dengan ukuran dan bentuk yang telah ditentukan.

***Solid Solution Treatment* pada Temperatur 300°C Selama 1 Jam**

Setelah semua benda uji telah dipotong dan siap untuk dilakukan pengujian, maka tahap pertama yang dilakukan untuk melakukan pengujian yang telah ditentukan yaitu *solid solution treatment* pada temperatur 300°C dengan waktu tahan 1 jam.

Pendinginan Cepat pada Media Air

Pada pendinginan secara cepat atau *quenching* yang menggunakan media air karena air merupakan media pendingin yang cocok untuk paduan logam yang memiliki tingkat kekerasan atau hardenability yang relatif rendah.

***Age Hardening* pada Temperature 150°C,175°C,200°C,225°C,250°C**

Pengujian ini bermaksud untuk mengetahui perubahan sifat mekanis kekerasan dengan temperatur variasi 150°C, 175°C, 200°C, 225°C, 250°C

Pengujian (Metalografi, Kekerasan, Serta Korosi)

Sebelum dilakukan pengujian yang telah ditentukan, maka setelah dilakukan *artifical aging* dilakukan pendingan secara cepat pada media air juga. Pengujian yang digunakan dilakukan sesuai dengan SOP (*Standard Operating Procedure).*

Pengumpulan Data

Setelah semua pengujian selesai, data yang didapatkan dikumpulkan untuk diambil analisa serta pembahasannya guna menyelesaikan tugas akhir ini.

3.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam pengujian ini adalah material paduan aluminium AA7075 yang memiliki komposisi seperti Tabel 3.1 dan 3.2 berikut. Untuk sertifikat aluminium AA7075 disajikan pada lampiran.

Table 3.1 Chemical composition % of AA7075

Unsur	Si	Fe	Ce	Mn	Mg	Cr	N	Zn	Ti	Zr
Diperlukan	0.4	0.5	2.0	0.3	2.9	0.28	-	6.1	0.2	-
Kandungan	0.06	0.2	1.4	0.02	2.5	0.20	-	6.0	0.06	-
Unsur	Tr+Zr	Na	Tm	Bi	Pb	Mn+ Cr	Ca	Unsur lain		Al
								Tiap	Jml	
Diperlukan	-	-	-	-	-	-	-	0.05	0.15	rem
Kandungan	-	-	-	-	-	-	-	0.05	0.15	rem

(Sumber : Sertifikat Komposisi AA7075)

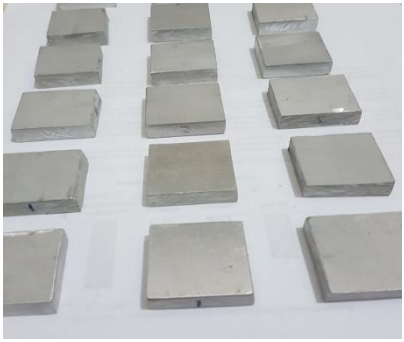
Tabel 3.2 Mechanical Properties

Tensile Strenght		Yield Strenght		Elongation %		Hardness HB
Min	max	min	Max	min	max	
525.0	-	440.0	-	4.0	-	-
568.0	568.0	512.0	512.0	9.5	9.5	-

(Sumber : Sertifikat Komposisi AA7075)

Penilitian ini menggunakan material AA7075 dipotong menjadi ukuran (30x30x10)mm sesuai dengan standard ASTM E8. Berikut adalah

gambar rincian ukuran material AA7075 yang sudah dipotong sesuai dengan standard ASTM E8.



Gambar 3.2 Benda Uji AA7075

Pada benda uji yang sudah dipotong sesuai standard ASTM G31-72 nantinya akan diberlakukan *Solid Solution Treatment*, *Age Hardening*, Pengujian Kekerasan, Pengujian *Weight loss* dan Pengujian Metalografi.

3.2.1 Perlakuan *Age Hardening* dan *Non-Aging*

Benda uji yang sudah dipotong sesuai dengan ukuran yang diharapkan maka langkah selanjutnya adalah dengan memberikan spesimen sebuah perlakuan panas yaitu *Age Hardening* yang diharapkan nantinya akan merubah sifat mekanis dari benda uji khususnya yaitu sifat kekerasannya, karena tujuan dari perlakuan panas *Age Hardening* sendiri adalah untuk memaksimalkan sifat mekanis dari suatu bahan. Beberapa spesimen uji sengaja tidak deberi perlakuan panas yang bertujuan untuk dapat digunakan untuk pembanding nilai kekerasannya dengan spesimen yang diberikan perlakuan panas. Dapur pemanas yang digunakan sebagai pemanas spesimen uji pada pengujian ini adalah *Thermolyne type 48000 furnace.* Pada gambar dibawah ini adalah gambar dari *Thermolyne type 48000 furnace*.

Gambar 3.3 *Thermolyne type 48000 furnace*.

Langkah-langkah dari perlakuan panas *Age Hardening* sebagai berikut:

1. Menyediakan spesimen uji untuk *Age Hardening*.
2. Melakukan proses awal perlakuan panas yaitu *Solid Solution Treatment* dengan mengatur temperature 300°C selama 1 jam
3. Selanjutnya spesimen yang sudah melalui pengujian *Solid Solution Treatment* diambil dari dapur pemanas dan didinginkan secara cepat dengan media air.
4. Spesimen yang sudah melalui proses *Solid Solution Tratment* dan quenching dengan media air maka spesimen uji siap diberikan perlakuan panas *Age Hardening* dengan cara memasukkan spesimen uji kedalam dapur pemanas yang telah disetel hingga mencapai temperatur 150°C, 175°C, 200°C, 225°C, 250°C selama 1 jam

3.2.2 Pengujian Kekerasan

Proses pengujian kekerasan dilakukan dengan menggunakan metode *Vickers* dengan menggunakan mesin *Hardenablility Test* yang mengacu pada standard pengujian kekerasan ASTM E92. Pengujian dilakukan dengan menggunakan indentor intan berbentuk menyerupai piramid dengan pucuk sudut 136° dengan gaya tekan pembebanan sebesar 100kg. Seperti gambar dibawah ini.

Gambar 3.4 Mesin Uji *Vickers*

Proses pengujian kekerasan yang menggunakan indentor *Vickers* ini bertujuan untuk mengetahui dari nilai kekerasan spesimen uji yang telah diberikan perlakuan panas *Age Hardening*. Berikut adalah tahapan-tahapan pengujian kekerasan:

1. Permukaan spesimen uji harus rata agar dapat ditumpu dengan baik pada saat pengujian dilakukan.
2. Pemasangan indentor *Vickers* pada pencekamnya, dan pastikan indentor terpasang dengan pas pada pencekamnya.

3. Menyetel pembebanan pada mesin *Vickers* dengan gaya 100 kg.
4. Putar handwheel agar landasan terangkat dan menaikkan penetrator sampai jarum penunjuk kecil berada pada tanda merah dan membuat jarum penunjuk yang besar berputar hingga tiga kali.
5. Memutar kerangka luar dari indikator hingga jarum penunjuk yang besar sejajar dengan garis panjang.
6. Tarik handle untuk memulai mengaplikasikan gaya uji utama dan tahan 10 sampai 15 detik sampai indikator berhenti lepas handle dengan pelan.
7. Memutar handwheel untuk menurunkan landasan dan ambil spesimen yang telah dilakukan pengujian kekerasan *Vickers*.

3.2.3 Pengujian MPY (*Weight Loss*)

Pengujian *Weight Loss* dilakukan untuk mengetahui seberapa tinggi ketahanan dari suatu bahan terhadap proses korosi menggunakan media larutan asam kuat lalu menghitung laju kecepatan korosi yang terjadi. Pada penilitian ini pengujian *Weight Loss* menggunakan larutan HCl dengan konsentrasi sebesar 1 Molar.

Gambar 3.5 Pencelupan Spesimen pada Larutan HCl

Pada penilitian ini alat-alat yang digunakan adalah botol aqua yang telah dipotong untuk dijadikan wadah larutan, stick dan tali yang digunakan untuk menggantungkan benda uji yang akan dicelupkan kedalam wadah yang telah diisi larutan.

Gambar 3.6 Pengeringan Spesimen untuk mengurangi pengendapan

Heater untuk mengeringkan benda uji yang sudah dicelupkan dan alat timbang dengan satuan miligram. Langkah-langkah dari pengujian yang dilakukan sebagai berikut :

1. Menghitung berat awal dari spesimen uji
2. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk pegujian *Weight Loss*.
3. Menyelupkan spesimen uji yang sudah diikat ke stick dengan tali kedalam larutan HCl dengan konsentrasi 1 Molar dan dengan lama waktu selama 5 jam.
4. Spesimen yang bereaksi dengan larutan HCl dengan waktu selama 5 jam maka spesimen uji siap untuk diangkat dari wadah.
5. Mengeringkan spesimen uji agar bisa dipastikan tidak ada larutan HCl yang masih mengendap di permukaan benda.

6. Menghitung berat dari spesimen uji untuk mengetahui beratnya setelah dicelupkan kedalam larutan HCl 1 Molar

Setelah dilakukan proses pengujian *Weight Lose* (Laju Korosi) dilakukan proses penimbangan dengan alat penimbang berat dengan ketelitian 0,001 dengan satuan gram. Berikut gambar dari alat penimbang berat spesimen uji.

Gambar 3.7 Alat Penimbang Berat Ketelitian 0,001 gram

3.2.4 Pengujian Metalografi

Spesimen uji melalui pengujian *Weight Loss* dengan cara mereaksikan AA7075 dengan larutan HCl maka setelah itu spesimen diamati permukaannya menggunakan mikroskop yang telah terhubung dengan perangkat komputer dan dengan pembesaran hingga 1000 kali agar dapat terlihat korosi jenis apa yang terjadi pada AA7075 dan mengamati pengaruhnya pada struktur mikro dan makro pada permukaan spesimen. Berikut adalah perangkat-perangkat yang digunakan pada penelitian ini untuk mengamati struktur mikro dan makro dari AA7075.

Gambar 3.8 Mikroskop

Struktur mikro dengan jelas maka ada sejumlah langkah-langkah yang harus ditempuh yaitu spesimen uji harus diratakan permukannya menggunkan mesin grinding dan polishing agar nantinya dapat mempermudah pengamatan yang dilakukan. Mesin ini memiliki dua piringan dengan fungsi yang berbeda.

Gambar 3.9 Mesin *Polishing and Grinding*

Cara penggunaan dari mesin ini adalah pertama putar tombol power kearah kanan sehingga kedua piringan berputar lalu letakkan permukaan dari spesimen uji yang nantinya akan diamati melalui mikroskop, lakukan perataan permukaan sampai permukaan dari benda uji sesuai dengan yang diinginkan.

Gambar 3.10 Proses Etsa

Setelah spesimen uji diratakan permukannya,langkah selanjutnya adalah melakukan pengetsaan terhadap spesimen uji. Pengetsaan ini dilakukan dengan tujuan untuk membersihkan benda uji sebelum diamati. Pengetsaan dilakukan menggunakan larutan etsa (HF 10ml, HNO_3 1ml, H_2O). Pengetsaan dilakukan dengan cara specimen dicelupkan ke dalam cairan alkohol ±15 detik. Setelah dicelupkan ke dalam cairan alkohol, salah satu permukaan pada spesimen dicelupkan kedalam cairan etsa selama 15 sampai 30 detik.

Gambar 3.11 Control Box (*olympus video*)

Selanjutnya spesimen uji siap untuk dilakukan pengamatan struktur mikro dan makronya menggunakan mikroskop. Berikut tahapan-tahapan pengujian struktur mikronya:

1. Pastikan komputer tersambung dengan mikroskop melalui kabel USB, agar hasil gambar struktur mikro yang diinginkan dapat dilihat melaui layar komputer.
2. Tekan tombol power on pada mikroskop dan control box (*olympus video*).
3. Jika komputer dan mikroskop belum terkoneksi satu sama lain, aktifkan add hardwear pada control panel sampai terdengar bunyi pada komputer yang terhubung dengan mikroskop.
4. Proses pengambilan gambar struktur mikro pada mikroskop yang terpampang di *olympus video* dengan cara menekan tombol expose pada *olympus video*.

5. Memindahkan gambar struktur mikro benda uji dari olympus video ke komputer dengan cara menekan ikon OLYP 12 pada desktop komputer lalu buka folder my camera lalu buka folder DCIM dan diteruskan dengan membuka folder 100 OLYP.
6. Simpan gambar yang sudah dipindahkan ke komputer dengan cara drag gambar ke folder penyimpanan yang akan dibuat untuk menyimpan gambar struktur mikro dari spesimen.
7. Jika semua pengambilan gambar sudah selesai matikan komputer dan olympus video dengan cara menekan tombol power.

3.2.5 Pengumpulan Data

Semua pengujian yang telah dilakukan akan menghasilkan sebuah data yang nantinya akan dilakukan proses analisis serta pembahasan pada data tersebut sehingga bisa berakhir pada suatu kesimpulan. Data yang dikumpulkan harus dipastikan dihasilkan dari suatu penilitian yang dilakukan sesuai prosedur yang ada sehingga bisa dijamin bahwa suatu data adalah valid dan bisa dipercaya.

3.2.6 Analisa dan Pembahasan

Data yang sudah terkumpul kemudian dilakukan analisa dan pembahasan terhadap data-data yang sudah didapat. Analisa data dilakukan dengan cara mempelajari data dan mejabarkan data sesuai dengan dasar teori yang telah dijadikan sebagai acuan penilitian. Pengolahan data pada tahap analisa ini harus dilakukan secara logis serta dilakukan peninjauan kembali apakah penilitian yang dilakukan benar membawa manfaat atau solusi untuk permasalahan yang melatar belakangi penilitian tersebut, jika belum maka penilitian tersebut akan tetap bermanfaat sebagai refrensi penelitian berikutnya.

3.2.7 Kesimpulan

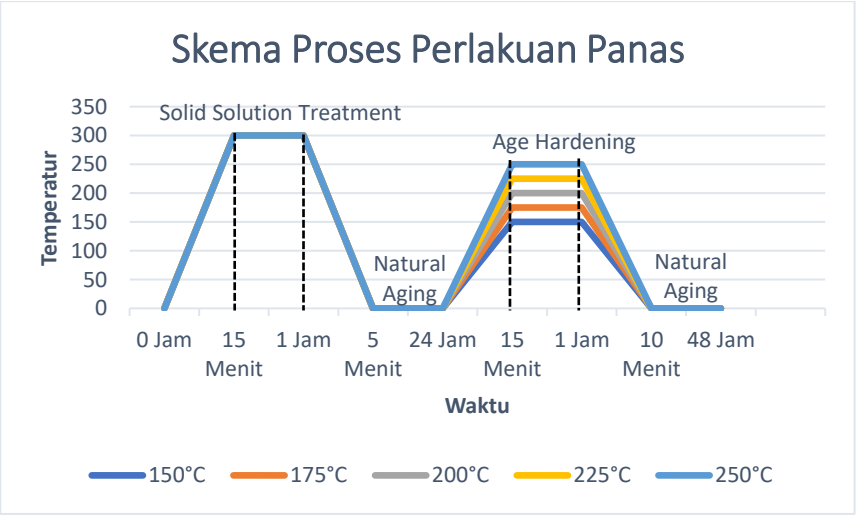
Kesimpulan adalah langkah akhir dari suatu prosedur penilitian, kesimpulan ini berisi point-point penting dan hasil akhir yang dihasilkan dari suatu analisa data yang telah dikakukan pengujian.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV
ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 *Heat Treatment* Material

Paduan aluminium AA7075 diberi perlakuan panas yang bertujuan untuk meningkatkan nilai kekuatan dan kekerasan dari paduan AA7075. Tahap pertama adalah proses *solid solution treatment* yang merupakan tahapan pemanasan logam paduan dalam dapur pemanas (*furnace*) dengan temperatur 300°C dan dilakukan waktu penahanan atau *holding time* selama 1 jam. Hal ini diperlakukan sama kepada 6 sampel paduan aluminium 7075 yang terdiri dari 1 sampel non *age hardening* dan 5 sampel *age hardening*. Pada tahapan ini terjadi suatu pelarutan fasa-fasa menjadi padat. Tujuan dari proses ini untuk mendapatkan kepadatan yang mendekati homogen atau fasa tunggal. Kemudian proses dilanjutkan dengan *quenching* air. tahap selanjutnya setelah melakukan *quenching* air dilakukan proses *natural aging* selama 24 jam kepada 6 sampel aluminium paduan AA7075 dan Al_2O_3 menempel pada spesimen uji.



Gambar 4.1 Skema Proses Perlakuan Panas

Proses selanjutnya adalah proses penuaan *(age hardening)* pada tahap ini kelima sampel dipanaskan kembali kedalam dapur pemanas (*furnace)* dengan variasi temperatur 150°C, 175°C, 200°C, 225°C dan 250°C dan proses pendinginannya dilakukan dengan cara *quenching* air selama 10 menit.

Sebelum melakukan pengujian selanjutnya yang meliputi pengujian kekerasan, pengujian struktur mikro dan pengujian *weight loss,* spesimen mengalami *natural aging* selama 48 Jam dan Al_2O_3 menempel pada spesimen uji.

4.2 Uji Kekerasan Aluminium 7075 Hasil Proses *Aging*

Tujuan uji kekerasan ini untuk mengetahui pengaruh nilai terhadap nilai kekerasan aluminium 7075. Pada Pengujian kekerasan ini dilakukan dengan menggunakan *Vickers Hardness*. Pengujian kekerasan ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana pengaruh perlakuan panas age hardening terhadap sifat mekanisnya yaitu sifat kekerasan dari aluminium 7075 sehingga nantinya bisa diketahui dari hasil pengujian kekerasan ini apakah nantinya nilai kekerasan dari aluminium 7075 ini juga berpengaruh terhadap laju korosinya yang dilakukan dengan media larutan HCl dengan konsentrasi 1 Molar. Pengujian kekerasan pada penilitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *Vickers Hardness* yaitu pengujian kekerasan yang dilakukan dengan indentor intan berbentuk piramida segi empat. Berikut gambar dari spesimen uji yang sudah di uji kekerasan *Vickers*.

Gambar 4.2 Spesimen hasil Uji Kekerasan

Dari hasil pengujian kekerasan pada material aluminium seri 7075 dari spesimen uji yang menggunakan metode *Vickers Hardness* didapatkan data dari setiap spesimen dengan hasil seperti berikut.

Tabel 4.1 Pencarian Nilai Kekerasan

DATA PENCARIAN HASIL NILAI KEKERASAN			
SUHU	DATA	d	NILAI KEKERASAN
NON AGING	1	1,668	66,6
	2	1,678	65,8
	3	1,662	67,1
150°C	1	1,542	77,9
	2	1,538	78,3
	3	1,546	77,5
175°C	1	1,491	83,5
	2	1,495	82,9
	3	1,487	83,8
200°C	1	1,367	99,1
	2	1,365	99,5
	3	1,371	98,7
225°C	1	1,309	108,1
	2	1,311	107,8
	3	1,307	108,4
250°C	1	1,284	112,3
	2	1,278	113,4
	3	1,282	112,7

Nilai Kekerasan didapatkan dengan rumus berikut.

$$DPH = \frac{2F\ sin\frac{\alpha}{2}}{d^2} = \frac{1{,}8554F}{d^2}$$

DPH = Angka kekerasan Vickers

F = Beban (kgf)

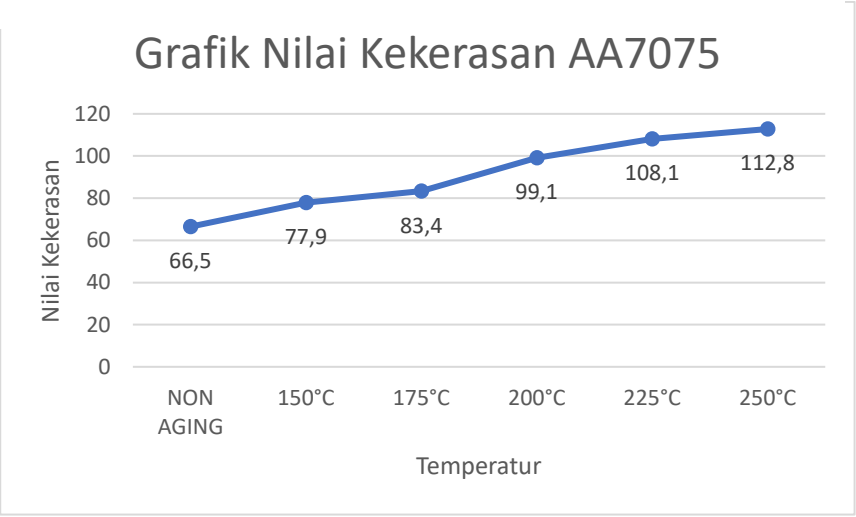
d = diagonal (mm)

Dari data tabel nilai kekerasan diatas didapatkan rata-rata nilai kekerasan dari masing-masing spesimen uji sebagai berikut.

Tabel 4.2 Rata-rata Pengujian Kekerasan

MATERIAL		Data Hasil Pengujian Kekerasan AA7075	
Suhu	Data	Nilai Kekerasan (HVN)	$\bar{x}$(HVN)
NON AGING	1	66,6	66,5
	2	65,8	
	3	67,1	
150°C	1	77,9	77,9
	2	78,3	
	3	77,5	
175°C	1	83,5	83,4
	2	82,9	
	3	83,8	
200°C	1	99,1	99,1
	2	99,5	
	3	98,7	
225°C	1	108,1	108,1
	2	107,8	
	3	108,4	
250°C	1	112,3	112,8
	2	113,4	
	3	112,7	

Dari tabel di atas didapatkan grafik data rata-rata pengujian kekerasan dengan metode *Vickers Hardness* sebagai berikut.



Gambar 4.3 Grafik Kekerasan AA7075

4.2.1 Analisa Hasil Uji Kekerasan Aluminium 7075 dengan Variasi *Temperatur*

Dari grafik dapat dilihat bahwa nilai kekerasan aluminium 7075 terus meningkat seiring dengan temperatur yang berbeda-beda yaitu dari Non-Aging, 150°C sampai 250°C

Pada proses Non-Aging didapatkan nilai kekerasan sebesar 66,5 HVN. Ketika temperatur dinaikan 150°C nilai kekerasan tetap meningkat sebesar 77,9 HVN. Peningkatan nilai kekerasan terus terjadi seiring bertambahnya temperatur pada spesimen yang dilakukan proses *Age Hardening*. Mulai dari 175°C yang memiliki nilai kekerasan sebesar 83,4 HVN, temperatur 200°C yang memiliki nilai kekerasan 99,1 HVN temperatur 225°C memiliki nilai kekerasan 108,1 HVN hingga temperatur 250°C yang memiliki nilai kekerasan 112,8 HVN.

Dengan data pengujian pada mesin Kekerasan digunakan seperti berikut.

Tabel 4.3 Data yang Digunakan untuk Uji Kekerasan

Uji Kekerasan Aluminium 7075	
Metode Uji	*Vickers Hardness*
Gaya Tekan (F)	100 N
Diagonal Tapak Tekan (d)	mm
Sudut Tapak (α)	136°
Indentor	Piramida segi empat berbahan intan
Waktu Penekanan	10-15 detik

4.3 Uji *Weight Loss* Aluminium 7075 dengan Larutan HCl kosentrasi 1M

Pada pengujian *Weight Loss* yang dilakukan pada penilitian ini bertujuan untuk mengetahui perlakuan panas *Age Hardening* memiliki pengaruh terhadap aluminium 7075. Pengujian ini dilakukan menggunakan larutan HCl dengan konsentrasi 1 Molar. Pengujian ini dilakukan dengan menghitung selisih dari berat spesimen uji sebelum direaksikan dengan larutan HCl kosentrasi 1 Molar dan berat spesimen uji yang sudah direaksikan dengan larutan HCl. Perbedaan selisih berat dari spesimen uji lalu diterapkan dalam rumus mpy kemudian dari rumus mpy tersebut akan dihasilkan besaran dengan satuan mm/year.

Tabel 4.4 Konstanta Laju Korosi

NO	Konstanta Laju Korosi	K
1	Mils per year (mpy)	$3{,}45 \times 10^{6}$
2	Inches per year (inches/y)	$3{,}45 \times 10^{3}$
3	Milimeters per year (mm/y)	$8{,}76 \times 10^{4}$
4	Micrometers per year (µm/y)	$8{,}76 \times 10^{7}$
5	Miligrams per square decimeter per day (mmd)	$2{,}40 \times 10^{6} \times D$

Pengujian ini juga dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui ketahanan aluminium 7075 dari suatu proses korosi dengan memanfaatkan larutan HCl kosentrasi 1 Molar. Berikut adalah tabel yang berisi rincian variabel dari pengujian *Weight Loss* yang dilakukan :

Tabel 4.5 Data yang Digunakan untuk Uji *Weight Loss*

Uji *Weight Loss* (mpy)	
Metode Pengujian	Metode *Weight Loss*
Larutan	*Hydrochloric Acid* (HCl)
Konsentrasi Larutan	1 Molar
Luas permukaan benda uji	3000 mm^2
Holding Time	5 jam

4.3.1 Data Pengujian *Weight Loss* Aluminium 7075

Data hasil dari pengujian weight loss yang dilakukan akan menghasilkan selisih dari berat aluminium 7075 sebelum bereaksi dengan berat sesudah direaksikan larutan HCl kosentrasi 1 Molar. Analisa selisih dari benda uji nantinya akan dilanjutkan dengan perhitungan mpy dengan menggunakan rumus yang sudah ditetapkan sesuai dengan yang sebagai berikut.

$$\text{CR (mpy)} = \frac{W\ X\ K}{D A_S\ T}$$

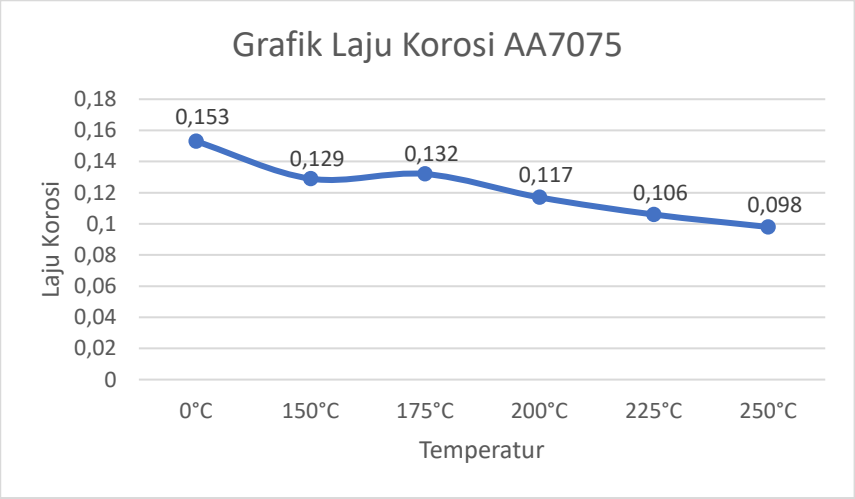
Berikut adalah tabel data yang memuat selisih berat hasil dari pengamatan yang dilakukan :

Tabel 4.6 Data *Weight Loss* Aluminium 7075

MATERIAL		ANALISA DATA WEIGHT LOSS AA7075					
Suhu	Data	Wo (gram)	Wi (gram)	ΔW	$\bar{x}$W	*mpy*	$\bar{x}$ *mpy*
NON AGING	1	22,001	21,883	0,118	0,073	0,2461	0,153
	2	25,923	25,874	0,049		0,1022	
	3	25,551	25,498	0,053		0,1105	
150°C	1	26,023	25,952	0,071	0,062	0,1481	0,129
	2	25,001	24,942	0,059		0,1231	
	3	23,553	23,497	0,056		0,1168	
175°C	1	22,555	22,523	0,032	0,063	0,0667	0,132
	2	25,661	25,579	0,082		0,171	
	3	25,023	24,947	0,076		0,1585	
200°C	1	25,798	25,721	0,077	0,056	0,1606	0,117
	2	25,592	25,567	0,025		0,0521	
	3	25,791	25,724	0,067		0,1397	
225°C	1	24,003	23,932	0,071	0,051	0,1481	0,106
	2	23,324	23,281	0,043		0,0897	
	3	22,291	22,253	0,038		0,0793	
250°C	1	23,089	22,993	0,096	0,047	0,2002	0,098
	2	24,671	24,663	0,008		0,0167	
	3	22,298	22,261	0,037		0,0772	

Dari tabel diatas dapat diambil data tentang pengujian *Weight Loss* yang telah dilakukan tabel diatas berisi selisih berat dari spesimen uji. Wo adalah nilai berat awal aluminium 7075 sebelum direaksikan

dengan larutan HCl kosentrasi 1 Molar dan Wi adalah nilai berat akhir aluminium 7075 setelah direaksikan dengan larutan HCl. Dari data diatas maka didapatkan hasil grafik seperti berikut.



Gambar 4.4 Grafik Laju Korosi Alumunium 7075

4.3.2 Analisa Data Hasil Pengujian *Weight Loss* Aluminium 7075

Pada tabel dan grafik diatas dapat dilakukan analisa dan dapat diketahui bahwa perlakuan panas *Age Hardening* memiliki pengaruh terhadap laju korosi dari aluminium 7075 dan setiap variasi dari temperatur *Age Hardening* juga memiliki perbedaan ketahanan terhadap proses korosi yang dilakukan dengan media larutan HCl. Dari tabel dan grafik diatas juga dapat diketahui bahwa aluminium 7075 dengan perlakuan panas age hardening memiliki nilai ketahanan yang lebih tinggi dari aluminium yang tidak diberikan perlakuan *Age Hardening*. Sebagimana data yang dimuat dari tabel diatas, aluminium 7075 dengan tanpa perlakuan panas *Age Hardening* memiliki nilai laju korosi sebesar 0,153 mm/year lalu nilai laju korosi ini menurun jika dibandingkan dengan aluminium 7075 yang diberikan perlakuan panas *Age Hardening*

dengan temperatur holding 150˚C yang memiliki nilai laju korosi sebesar 0,129 mm/year.

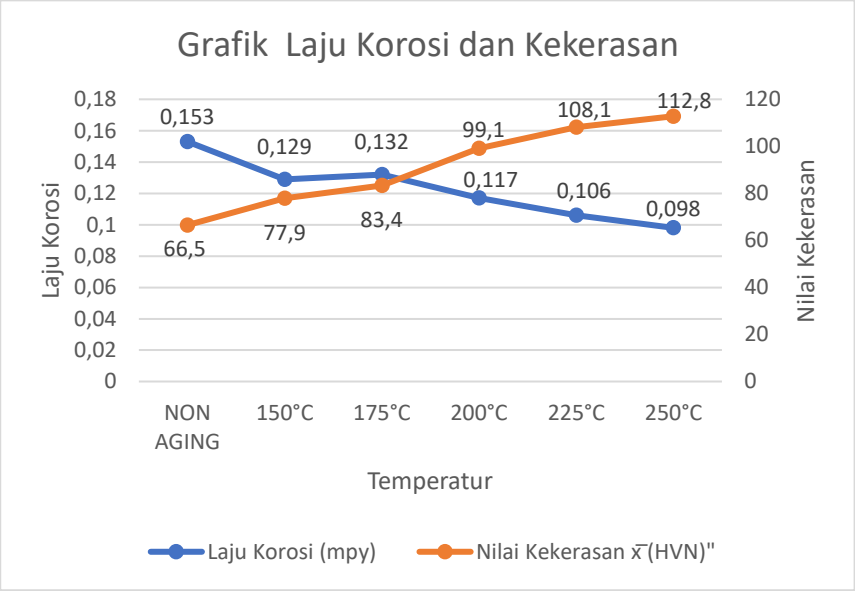
Penurunan laju korosi ini menunjukkan kenaikan ketahanan terhadap kelajuan korosi dari aluminium 7075. Peningkatan ketahanan terhadap proses korosi ini berlanjut hingga temperatur 175˚C memiliki nilai sebesar 0.132 mm/year, pada temperatur 200˚C laju korosi menunjukan penurunan nilai sebesar 0.117 mm/year dan 225˚C yang memiliki nilai sebesar 0.106 mm/year. Penurunan nilai ini terus menurun sampai dengan temperatur holding 225˚C dan nilai ketahanannya menurun pada temperatur 250˚C yaitu dengan nilai penurunan sebesar 0.098 mm/year.

4.3.3 Pembahasan Pengujian *Weight Loss*

Penurunan ketahanan laju korosi yang terjadi dari aluminium 7075 non-aging menuju aluminium dengan perlakuan *Age Hardening* terjadi karena perubahan fasa yang terjadi pada batas butir maupun didalam butir. Hal ini terjadi dikarenakan perlakuan panas *Age Hardening* yang diberikan kepada aluminium 7075 menyebabkan pengendapan prespitat pada batas butir maupun didalam butir. Endapan yang ini secara tidak langsung menyebabkan meningkatnya ketahanan terhadap korosi dikarenakan lapisan katodik yang terbentuk. Pada proses *Age Hardening* dari aluminium 7075 tidak menunjukan fase *Over-Aging* dikarenakan pada temperatur 150°C-250°C belum menemukan fase optimumnya terhadap laju korosi.

Kenaikan atau penurunan ketahanan aluminium terhadap laju korosi ini secara keseluruhan tergantung oleh seberapa homogen prespitat yang terbentuk didalam atau batas butir. Semakin banyak atom yang berdiri sendiri atau hetrogen maka semakin tinggi kerentannya terhadap proses korosi. Dan berlaku juga sebaliknya, karena atom Al yang berdiri sendiri dan tidak membentuk ikatan dengan atom solute-nya adalah bersifat anodik, aluminium 7075 terbentuk dari unsur Aluminium dengan Seng (Al+Zn). Dalam hal ini Seng sendiri sulit untuk mencapai titik optimum laju korosinya pada temperatur 150°C-250°C. Terlebih lagi

dalam aluminium 7075 bukan hanya Seng sebagai paduannya, juga terdapat paduan tembaga (Al+Zn+Cu)



Gambar 4.5 Grafik Laju Korosi dan Kekerasan

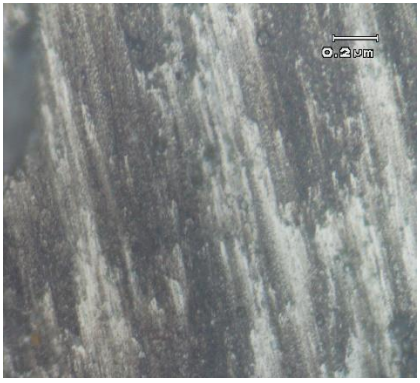
Data dari 2 grafik yaitu grafik *Weight Loss* (Laju Korosi) dan Nilai Kekerasan di jelaskan pada gambar grafik seperti di atas, dimana terdapat 2 axis dari kedua grafik antara grafik laju korosi dan grafik nilai kekerasan dengan masing temperatur dari grafik tersebut yaitu 150˚C, 175˚C, 200˚C, 225˚C, dan 250˚C yang saling bersinggungan yang didapat dari hasil pengujian spesimen uji AA7075.

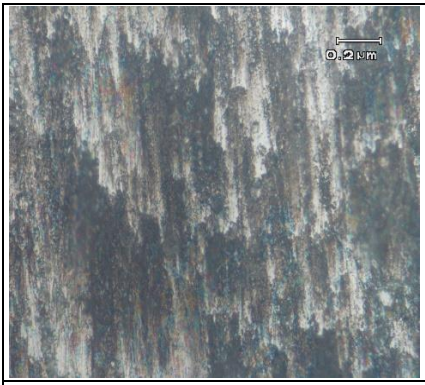
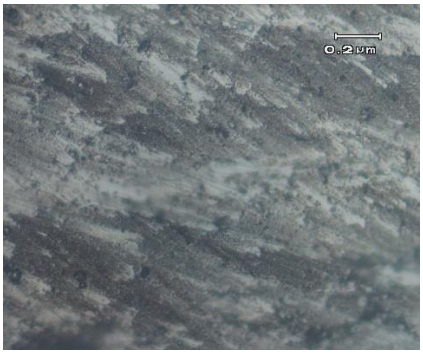
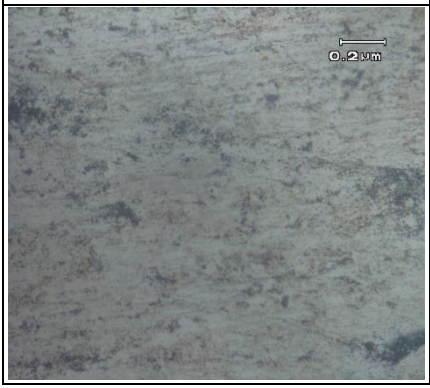
4.4 Pengujian Metalografi Aluminium 7075 dengan Variasi Temperatur

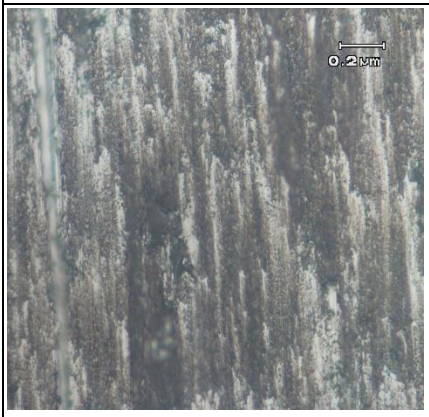
Pengujian yang bermaksud untuk mengetahui struktur mikro dari aluminium 7075 yang sudah mengalami proses korosi, sehingga bisa diketahui dari gambar struktur mikro tersebut korosi jenis apa yang dihasilkan dari reaksi aluminium 7075 dengan larutan korosif HCl. Pengamatan ini dilakukan dengan menggunakan mikroskop optic yang telah tersambung dengan komputer melalui kabel USB. Pengujian ini adalah langkah terakhir dari pengamatan terakhir terhadap aluminium 7075 yang sudah melalui pengujian *Weight Loss*. Pengujian ini dilakukan dengan melakukan pengamatan dengan perbesaran 100 µm melalui mikroskop.

4.4.1 Data pengujian Metalografi Aluminium 7075

Dari Hasil pengujian *Weight Loss* didapatkan foto dari pengujian metalografi adalah berupa gambar struktur mikro dari aluminium 7075 yang dibedakan menjadi gambar aluminium 7075 non-aging serta gambar aluminium 7075 yang diberikan perlakuan panas *Age Hardening* dan Non *Age Hardening*. Dan berikut ini adalah gambar dari klasifikasi jenis korosi yang diamati melalui struktur mikronya dengan perbesaran 100 µm pada Gambar 4.5 ini.

	Perlakuan Panas 150°C Pada gambar berikut adalah spesimen yang dilakukan *age hardening* dengan temperatur 150℃, gambar kurang jelas dikarenakan kesalahan dalam proses etsa.

	Perlakuan Panas 175°C Gambar disamping adalah spesimen yang dilakukan *age hardening* dengan temperatur 175°C, gambar kurang jelas dikarenakan kesalahan kurang lebih sama dengan perlakuan panas 150°C.
	Perlakuan Panas 200°C Gambar berikut adalah spesimen yang dilakukan *age hardening* dengan temperatur 200°C, gambar kurang jelas dalam struktur mikro nya dikarenakan kesalahan dalam proses etsa.
	Perlakuan Panas 225°C Pada benda uji dilihat bahwa terdapat banyak lubang besar pada benda uji.

	Perlakuan Panas 250°C Pada benda uji perlakuan panas 250°C dilihat bahwa lubang mulai mengecil dibandingkan pada proses perlakuan panas 225°C.
	Non Age Hardening Gambar disamping adalah spesimen yang dilakukan *age hardening* dengan temperatur 150°C, sehingga gambar kurang jelas dikarenakan kesalahan dalam proses sebelumnya.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari analisa penilitian yang dilakukan pada data yang dihasilkan dari pengujian kekerasan,pengujian weight loss, dan pengujian metalografi terhadap aluminium 7075, dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Dari data hasil pengujian kekerasan dapat disimpulkan bahwa ada kenaikan nilai kekerasan dari benda uji tanpa perlakuan panas dengan benda uji yang diberikan perlakuan panas age hardening, nilai kekerasan juga meningkat seiring dengan naiknya temperatur age hardening dari 150˚C,175˚C,200˚C, 225˚C sampai dengan 250˚C.

2. Dari data hasil pengujian metalografi dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yaitu peningkatan ketahanan terhadap proses reaksi korosi dengan medium larutan HCl 1M antara benda uji yang tidak diberikan perlakuan panas age hardening dengan benda uji yang deiberikan perlakuan panas age hardening. Laju korosi mengalami penurunan seiring dengan naiknya temperatur age hardening dari 150˚C,175˚C,200˚C, sampai 250˚C. Ketahan korosi optimum didapatkan pada temperatur 250˚C

3. Pada data hasil pengujian metalografi disimpulkan bahwa benda uji tanpa perlakuan panas age hardening mengalami korosi jenis pitting sedangkan benda uji yang diberikan perlakuan panas age hardening dengan variasi pada temperatur secara keseluruhan mengalami korosi pitting.

5.2 Saran

1. Disarankan lab metalurgi jurusan memperbarui alat-alat pengujian yang telah ada terutama dapur pemanas yang telahmengalami kerusakan.
2. Dilakukan penilitian lebih lanjut dengan latar belakang yang sama dan menggunakan varibel yang lebih luas

DAFTAR PUSTAKA

ASTM E92. ***Standard Test Methods for Vickers Hardness and Knoop Hardness of Metallic Materials***. ASTM International, United State

ASTM G31-72, 2004. ***Standart for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Mtetals.*** ASTM International, United State

Adhi, Rotta. 2018. ***Pengaruh Variasi Holding Time pada Aluminium 7075 Terhadap Uji Kekerasan, Uji Impak, dan Struktur Mikro.*** Laporan Tugas Akhir. Jurusan D3 Teknik Mesin, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Jarir, Muhammad. 2018. ***Pengaruh Variasi Temperatur Aging pada Aluminium 7075 Terhadap Uji Kekerasan, Uji Impak dan Struktur Mikro.*** Laporan Tugas Akhir. Jurusan D3 Teknik Mesin, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Mimica, Ratko. 2015. ***Hardness Versus Time Dependency During Artificial Aging of AIMgSi0.5 Aluminium Alloy.*** Mechanical Engineering and Naval Arhitecture. University of Split.

Mursalin, Suminar Partapa, Heny Faisal. 2009. ***Pengaruh Perlakuan Panas Aging Terhadap Perilaku Korosi Paduan Alumunium seri 6061 dalam Larutan 0,05 HCl.*** Jurnal Seminar Nasional Pascasarjana ITS, Surabaya

Nashrullah, Miftah. 2018. ***Analisa Variasi Holding Time pada Aluminium 6061 Terhadap Uji Impak, Struktur Mikro, dan Uji Kekerasan.*** Laporan Tugas Akhir. Jurusan D3 Teknik Mesin, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Pradityana, Atria., Sulistijono., Shahab, Abdullah., Noerochim, Lukman. 2017. ***Sarang Semut (Myrmecodia Pendans) Extract as A Green***

Corrosion Inhibitor for Mild Steel in Acid Solution. International Journal of Technology (2017)

Pratikno, Herman. 2015. ***Aging Treatment to Increase the Erosion-Corrotion Resistance of AA6063 Alloys for Marine Application***. Jurnal of Procedia Earth and Planetary Science.

Prayogi, Rizaq. 2017. ***Aplikasi Kulit Mangga (Mangifera Indica L) Sebagai Inhibitor Organik Korosi pada Baja Api 5l Grade B Dalam Media 1M HCl.*** Laporan Tugas Akhir. Jurusan D3 Teknik Mesin, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Primiliana, Nurika. 2017. ***Analysis Aging Treatment Pada Aluminium AA6063 Terhadap Ketahanan Korosi Bakteri di Lingkungan Laut.*** Laporan Tugas Akhir. Jurusan Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

William F. Smith, Mc Graw Hill, 1995. ***Principle of Materials Science and Engineering.***

LAMPIRAN

1. Perhitungan Nilai Kekerasan menggunakan metode Vickers.

a.Benda uji tanpa perlakuan artificial aging :

1. Diketahui : P = 100 kgf
   d = 1,668
   α = 136˚
   Ditanya : DPH
   Jawab : DPH = {2P sin (α/2)} / d^2
   = {2 (100kgf) (136˚ / 2)} / $1,668^2$
   = 185,4 / 2,782
   = 66,6 HVN
2. Diketahui : P = 100 kgf
   d = 1,678
   α = 136˚
   Ditanya : DPH
   Jawab : DPH = {2P sin (α/2)} / d^2
   = {2 (100kgf) (136˚ / 2)} / $1,678^2$
   = 185,4 / 2,816
   = 65,8 HVN
3. Diketahui : P = 100 kgf
   d = 1,662
   α = 136˚
   Ditanya : DPH
   Jawab : DPH = {2P sin (α/2)} / d^2
   = {2 (100kgf) (136˚ / 2)} / $1,662^2$
   = 185,4 / 2,762
   = 67,1 HVN

b. Benda uji dengan temperatur age hardening 150 ˚C :

1. Diketahui : P = 100 kgf
   d = 1,542
   α = 136˚
   Ditanya : DPH

Jawab : DPH = {2P sin (α/2)} / d^2
= {2 (100kgf) (136˚ / 2)} / $1,542^2$
= 185,4 / 2,377
= 77,9 HVN

2. Diketahui : P = 100 kgf
d = 1,538
α = 136˚
Ditanya : DPH
Jawab : DPH = {2P sin (α/2)} / d^2
= {2 (100kgf) (136˚ / 2)} / $1,538^2$
= 185,4 / 2,365
= 78,3 HVN

3. Diketahui : P = 100 kgf
d = 1,546
α = 136˚
Ditanya : DPH
Jawab : DPH = {2P sin (α/2)} / d^2
= {2 (100kgf) (136˚ / 2)} / $1,546^2$
= 185,4 / 2,390
= 77,5 HVN

c.Benda uji dengan temperatur age hardening 175˚C :

1. Diketahui : P = 100 kgf
d = 1,491
α = 136˚
Ditanya : DPH
Jawab : DPH = {2P sin (α/2)} / d^2
= {2 (100kgf) (136˚/ 2)} / $1,491^2$
= 185,4 / 2,223
= 83,5 HVN

2. Diketahui : P = 100 kgf
d = 1,495
α = 136˚
Ditanya : DPH
Jawab : DPH = {2P sin (α/2)} / d^2

= {2 (100kgf) (136˚ / 2)} / 1,495^2
= 185,4 / 2,235
= 83,5 HVN

3. Diketahui : P = 100 kgf
d = 1,487
α = 136˚
Ditanya : DPH
Jawab : DPH = {2P sin (α/2)} / d^2
= {2 (100kgf) (136˚ / 2)} / 1,487^2
= 185,4 / 2,211
= 83,8 HVN

d. Benda uji dengan temperatur age hardening 200 ˚C :

1. Diketahui : P = 100 kgf
d = 1,367
α = 136˚
Ditanya : DPH
Jawab : DPH = {2P sin (α/2)} / d^2
= {2 (100kgf) (136˚/ 2)} / 1.367^2
= 185,4 / 1,868
= 96.3 HVN

2. Diketahui : P = 100 kgf
d = 1,365
α = 136˚
Ditanya : DPH
Jawab : DPH = {2P sin (α/2)} / d^2
= {2 (100kgf) (136˚ / 2)} / 1,365^2
= 185,4 / 1,863
= 99,5 HVN

3. Diketahui : P = 100 kgf
d = 1,371
α = 136˚
Ditanya : DPH
Jawab : DPH = {2P sin (α/2)} / d^2

= {2 (100kgf) (136˚ / 2)} / $1,371^2$
= 185,4 / 1,879
= 98,7 HVN

e.Benda uji dengan temperatur age hardening 225 ˚C :

1. Diketahui : P = 100 kgf
d = 1,309
α = 136˚
Ditanya : DPH
Jawab : DPH = {2P sin (α/2)} / d^2
= {2 (100kgf) (136˚/ 2)} / $1,309^2$
= 185,4 / 1,713
= 108,1 HVN

2. Diketahui : P = 100 kgf
d = 1,311
α = 136˚
Ditanya : DPH
Jawab : DPH = {2P sin (α/2)} / d^2
= {2 (100kgf) (136˚ / 2)} / $1,311^2$
= 185,4 / 1,719
= 107,8 HVN

3. Diketahui : P = 100 kgf
d = 1,307
α = 136˚
Ditanya : DPH
Jawab : DPH = {2P sin (α/2)} / d^2
= {2 (100kgf) (136˚ / 2)} / $1,307^2$
= 185,4 / 1,708
= 108,4 HVN

f. Benda uji dengan temperatur age hardening 250 ˚C :

1. Diketahui : P = 100 kgf
d = 1,284
α = 136˚
Ditanya : DPH

Jawab : DPH = $\{2P \sin(\alpha/2)\} / d^2$
= $\{2\ (100kgf)\ (136^\circ/2)\} / 1{,}284^2$
= 185,4 / 1,648
= 112,3 HVN

2. Diketahui : P = 100 kgf
d = 1,278
α = 136˚
Ditanya : DPH
Jawab : DPH = $\{2P \sin(\alpha/2)\} / d^2$
= $\{2\ (100kgf)\ (136^\circ/2)\} / 1{,}278^2$
= 185,4 / 1,633
= 113,4 HVN

3. Diketahui : P = 100 kgf
d = 1,282
α = 136˚
Ditanya : DPH
Jawab : DPH = $\{2P \sin(\alpha/2)\} / d^2$
= $\{2\ (100kgf)\ (136^\circ/2)\} / 1{,}282^2$
= 185,4 / 1,644
= 112,7 HVN

2. Perhitungan Laju Korosi Aluminium 7075 dengan medium larutan HCl 1M.
   a. Benda uji tanpa perlakuan artifcial aging :
      1. Diketahui : W = 0,118 gram
         K = 87600
         D = 2.7 gr/cm^3
         A_s = 3000 mm^2
         T = 5 jam
      Ditanya : CR (Corossion Rate)
      Jawab : CR (mpy) = $\frac{W\ X\ K}{D A_S\ T}$

      $= \frac{0{,}118\ gram\ X\ \ 87600}{2.7 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} x\ 3000\ \text{mm}^2\ x\ 5\ jam}$

      = 0,246 mm/year

      2. Diketahui : W = 0,049 gram
         K = 87600
         D = 2.7 gr/cm^3
         A_s = 3000 mm^2
         T = 5 jam
      Ditanya : CR (Corossion Rate)
      Jawab : CR (mpy) = $\frac{W\ X\ K}{D A_S\ T}$

      $= \frac{0{,}049\ gram\ X\ \ 87600}{2.7 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} x\ 3000\ \text{mm}^2\ x\ 5\ jam}$

      = 0,102 mm/year

      3. Diketahui : W = 0,053 gram
         K = 87600
         D = 2.7 gr/cm^3
         A_s = 3000 mm^2
         T = 5 jam
      Ditanya : CR (Corossion Rate)

Jawab : CR (mpy) = $\frac{W\ X\ K}{D A_S\ T}$

$$= \frac{0{,}053\ gram\ X\ \ 87600}{2.7 \frac{\text{gr}}{\text{cm3}} x\ 3000\ \text{mm}^2\ x\ 5\ jam}$$

= 0,110 mm/year

b. Benda uji dengan temperatur age hardening 150˚C :

1. Diketahui : W = 0,071 gram
   K = 87600
   D = 2.7 gr/cm^3
   A_s = 3000 mm^2
   T = 5 jam

   Ditanya : CR (Corossion Rate)

Jawab : CR (mpy) = $\frac{W\ X\ K}{D A_S\ T}$

$$= \frac{0{,}071\ gram\ X\ \ 87600}{2.7 \frac{\text{gr}}{\text{cm3}} x\ 3000\ \text{mm}^2\ x\ 5\ jam}$$

= 0,148 mm/year

2. Diketahui : W = 0,059 gram
   K = 87600
   D = 2.7 gr/cm^3
   A_s = 3000 mm^2
   T = 5 jam

   Ditanya : CR (Corossion Rate)

Jawab : CR (mpy) = $\frac{W\ X\ K}{D A_S\ T}$

$$= \frac{0{,}059\ gram\ X\ \ 87600}{2.7 \frac{\text{gr}}{\text{cm3}} x\ 3000\ \text{mm}^2\ x\ 5\ jam}$$

= 0,123 mm/year

3. Diketahui : W = 0,056 gram
K = 87600
D = 2.7 gr/cm^3
A_s = 3000 mm^2
T = 5 jam
Ditanya : CR (Corossion Rate)
Jawab : CR (mpy) = $\frac{W\ X\ K}{DA_S\ T}$

$$= \frac{0{,}056\ gram\ X\ 87600}{2.7\frac{gr}{cm3} x\ 3000\ mm^2\ x\ 5\ jam}$$

= 0,116 mm/year

c.Benda uji dengan temperatur age hardening 175˚C :

1. Diketahui : W = 0,032 gram
K = 87600
D = 2.7 gr/cm^3
A_s = 3000 mm^2
T = 5 jam
Ditanya : CR (Corossion Rate)
Jawab : CR (mpy) = $\frac{W\ X\ K}{DA_S\ T}$

$$= \frac{0{,}032\ gram\ X\ 87600}{2.7\frac{gr}{cm3} x\ 3000\ mm^2\ x\ 5\ jam}$$

= 0,066 mm/year

2. Diketahui : W = 0,082 gram
K = 87600
D = 2.7 gr/cm^3
A_s = 3000 mm^2
T = 5 jam
Ditanya : CR (Corossion Rate)
Jawab : CR (mpy) = $\frac{W\ X\ K}{DA_S\ T}$

$$= \frac{0{,}082\ gram\ X\ 87600}{2.7\frac{gr}{cm3} x\ 3000\ mm^2\ x\ 5\ jam}$$

= 0,171 mm/year

3. Diketahui : W = 0,076 gram
K = 87600
D = 2.7 gr/cm^3
A_s = 3000 mm^2
T = 5 jam
Ditanya : CR (Corossion Rate)
Jawab : CR (mpy) = $\frac{W\ X\ K}{DA_S\ T}$

$$= \frac{0{,}076\ gram\ X\ 87600}{2.7\frac{gr}{cm3} x\ 3000\ mm^2\ x\ 5\ jam}$$

= 0,158 mm/year

d. Benda uji dengan temperatur age hardening 200 ˚C :
1.Diketahui : W = 0,077 gram
K = 87600
D = 2.7 gr/cm^3
A_s = 3000 mm^2
T = 5 jam
Ditanya : CR (Corossion Rate)
Jawab : CR (mpy) = $\frac{W\ X\ K}{DA_S\ T}$

$$= \frac{0{,}077\ gram\ X\ 87600}{2.7\frac{gr}{cm3} x\ 3000\ mm^2\ x\ 5\ jam}$$

= 0,160 mm/year
2. Diketahui : W = 0,025 gram
K = 87600
D = 2.7 gr/cm^3
A_s = 3000 mm^2
T = 5 jam

Ditanya : CR (Corossion Rate)

Jawab : CR (mpy) = $\frac{W\ X\ K}{DA_S\ T}$

$$= \frac{0{,}025\ gram\ X\ 87600}{2.7\frac{\text{gr}}{\text{cm3}} x\ 3000\ \text{mm}^2\ x\ 5\ jam}$$

= 0,052 mm/year

3/ Diketahui : W = 0,067 gram

K = 87600

D = 2.7 gr/cm^3

A_s = 3000 mm^2

T = 5 jam

Ditanya : CR (Corossion Rate)

Jawab : CR (mpy) = $\frac{W\ X\ K}{DA_S\ T}$

$$= \frac{0{,}067\ gram\ X\ 87600}{2.7\frac{\text{gr}}{\text{cm3}} x\ 3000\ \text{mm}^2\ x\ 5\ jam}$$

= 0,139 mm/year

e.Benda uji dengan temperatur age hardening 225 ˚C :

1. Diketahui : W = 0,071 gram

K = 87600

D = 2.7 gr/cm^3

A_s = 3000 mm^2

T = 5 jam

Ditanya : CR (Corossion Rate)

Jawab : CR (mpy) = $\frac{W\ X\ K}{DA_S\ T}$

$$= \frac{0{,}071\ gram\ X\ 87600}{2.7\frac{\text{gr}}{\text{cm3}} x\ 3000\ \text{mm}^2\ x\ 5\ jam}$$

= 0,148 mm/year

2. Diketahui : W = 0,043 gram
K = 87600
D = 2.7 gr/cm^3
A_s = 3000 mm^2
T = 5 jam
Ditanya : CR (Corossion Rate)
Jawab : CR (mpy) = $\frac{W\ X\ K}{D A_s T}$

$$= \frac{0{,}043\ gram\ X\ 87600}{2.7 \frac{gr}{cm3} x\ 3000\ mm^2\ x\ 5\ jam}$$

= 0,089 mm/year

3. Diketahui : W = 0,038 gram
K = 87600
D = 2.7 gr/cm^3
A_s = 3000 mm^2
T = 5 jam
Ditanya : CR (Corossion Rate)
Jawab : CR (mpy) = $\frac{W\ X\ K}{D A_s T}$

$$= \frac{0{,}038\ gram\ X\ 87600}{2.7 \frac{gr}{cm3} x\ 3000\ mm^2\ x\ 5\ jam}$$

= 0,079 mm/year

f. Benda uji dengan temperatur age hardening 250 ˚C :
1. Diketahui : W = 0,096 gram
K = 87600
D = 2.7 gr/cm^3
A_s = 3000 mm^2
T = 5 jam
Ditanya : CR (Corossion Rate)

Jawab : CR (mpy) = $\frac{W\ X\ K}{D A_s\ T}$

$$= \frac{0{,}096\ gram\ X\ 87600}{2.7 \frac{gr}{cm3} x\ 3000\ mm^2\ x\ 5\ jam}$$

= 0,200 mm/year

2. Diketahui : W = 0,008 gram
K = 87600
D = 2.7 gr/cm^3
A_s = 3000 mm^2
T = 5 jam
Ditanya : CR (Corossion Rate)
Jawab : CR (mpy) = $\frac{W\ X\ K}{D A_s\ T}$

$$= \frac{0{,}008\ gram\ X\ 87600}{2.7 \frac{gr}{cm3} x\ 3000\ mm^2\ x\ 5\ jam}$$

= 0,016 mm/year

3. Diketahui : W = 0,037 gram
K = 87600
D = 2.7 gr/cm^3
A_s = 3000 mm^2
T = 5 jam
Ditanya : CR (Corossion Rate)
Jawab : CR (mpy) = $\frac{W\ X\ K}{D A_s\ T}$

$$= \frac{0{,}037\ gram\ X\ 87600}{2.7 \frac{gr}{cm3} x\ 3000\ mm^2\ x\ 5\ jam}$$

= 0,077 mm/year

3. Pencarian Nilai Kekerasan

DATA PENCARIAN HASIL NILAI KEKERASAN			
SUHU	DATA	*d*	NILAI KEKERASAN
NON AGING	1	1,668	66,6
	2	1,678	65,8
	3	1,662	67,1
150°C	1	1,542	77,9
	2	1,538	78,3
	3	1,546	77,5
175°C	1	1,491	83,5
	2	1,495	82,9
	3	1,487	83,8
200°C	1	1,367	99,1
	2	1,365	99,5
	3	1,371	98,7
225°C	1	1,309	108,1
	2	1,311	107,8
	3	1,307	108,4
250°C	1	1,284	112,3
	2	1,278	113,4
	3	1,282	112,7

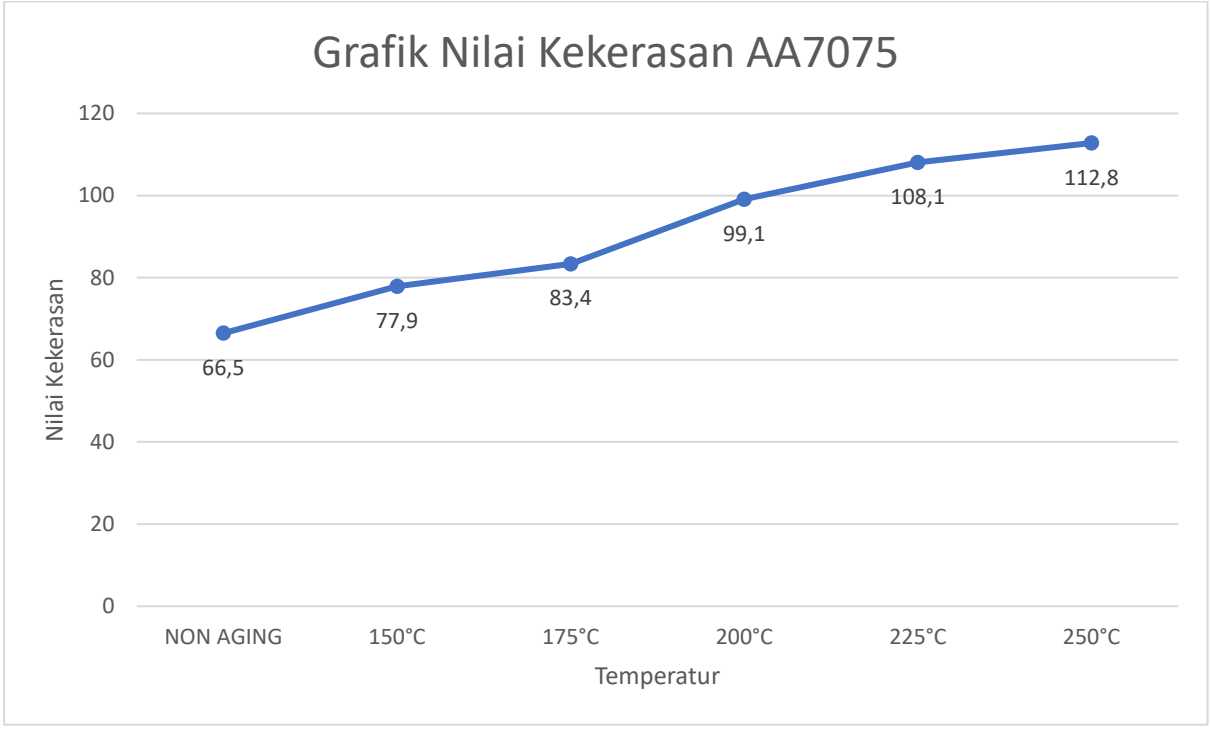
4. Rata-rata Pengujian Kekerasan

MATERIAL		Data Hasil Pengujian Kekerasan AA7075	
Suhu	Data	Nilai Kekerasan (HVN)	Rata-rata (HVN)
NON AGING	1	66,6	66,5
	2	65,8	
	3	67,1	
150°C	1	77,9	77,9
	2	78,3	
	3	77,5	
175°C	1	83,5	83,4
	2	82,9	
	3	83,8	
200°C	1	99,1	99,1
	2	99,5	
	3	98,7	
225°C	1	108,1	108,1
	2	107,8	
	3	108,4	
250°C	1	112,3	112,8
	2	113,4	
	3	112,7	

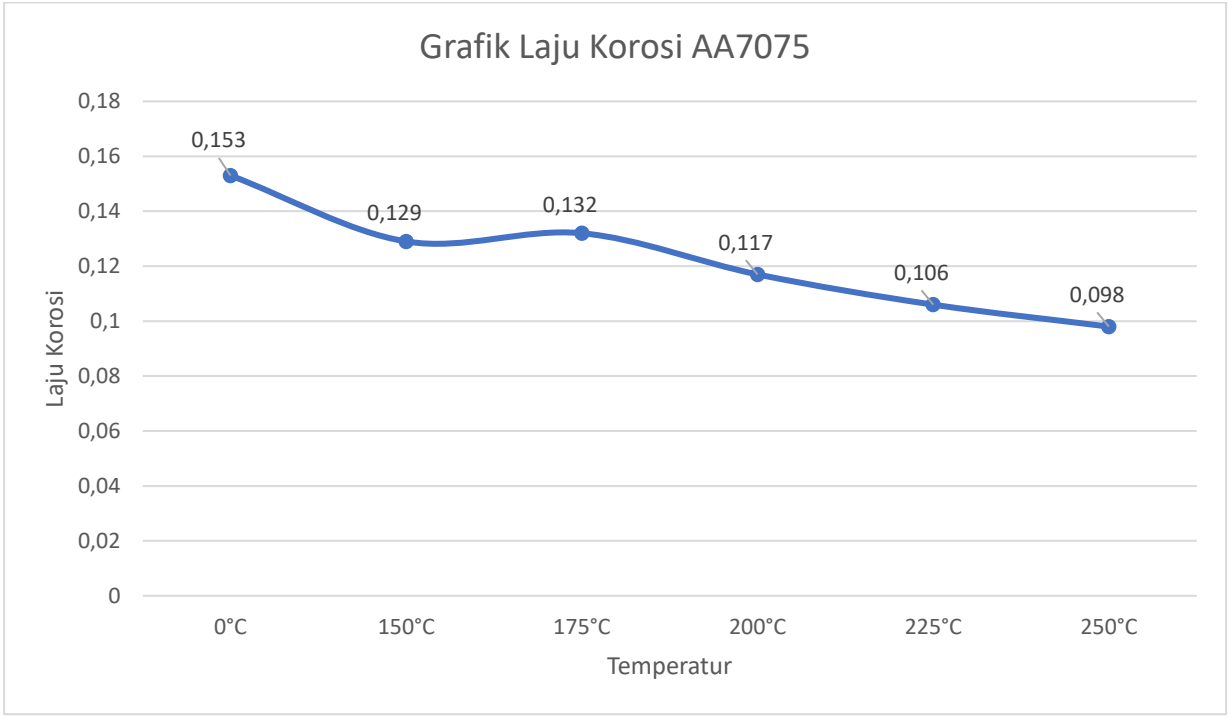
5. Data Laju Korosi

MATERIAL		ANALISA DATA WEIGHT LOSS AA7075					
Suhu	Data	Wo (gram)	Wi (gram)	ΔW	Rata-rata W	*mpy*	Rata-rata *mpy*
NON AGING	1	22,001	21,883	0,118	0,073	0,2461	0,153
	2	25,923	25,874	0,049		0,1022	
	3	25,551	25,498	0,053		0,1105	
150°C	1	26,023	25,952	0,071	0,062	0,1481	0,129
	2	25,001	24,942	0,059		0,1231	
	3	23,553	23,497	0,056		0,1168	
175°C	1	22,555	22,523	0,032	0,063	0,0667	0,132
	2	25,661	25,579	0,082		0,171	
	3	25,023	24,947	0,076		0,1585	
200°C	1	25,798	25,721	0,077	0,056	0,1606	0,117
	2	25,592	25,567	0,025		0,0521	
	3	25,791	25,724	0,067		0,1397	
225°C	1	24,003	23,932	0,071	0,051	0,1481	0,106
	2	23,324	23,281	0,043		0,0897	
	3	22,291	22,253	0,038		0,0793	
250°C	1	23,089	22,993	0,096	0,047	0,2002	0,098
	2	24,671	24,663	0,008		0,0167	
	3	22,298	22,261	0,037		0,0772	

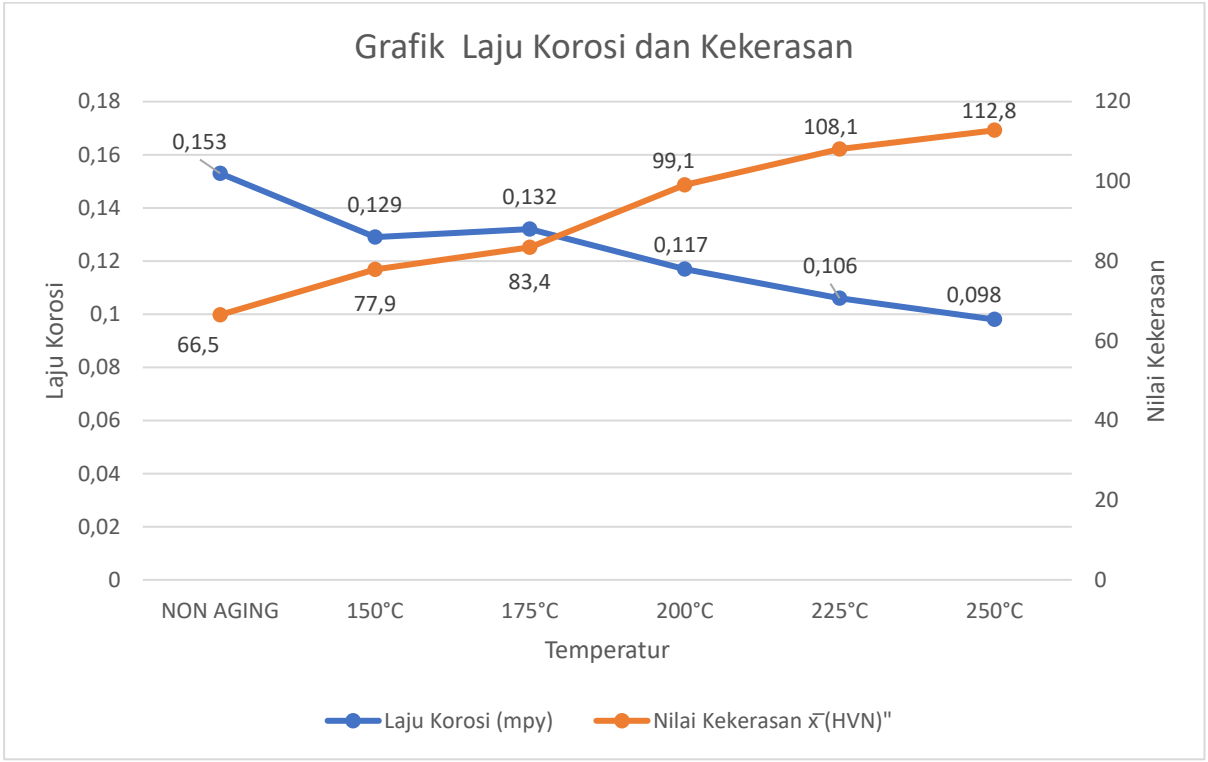
6. Grafik Nilai Kekerasan



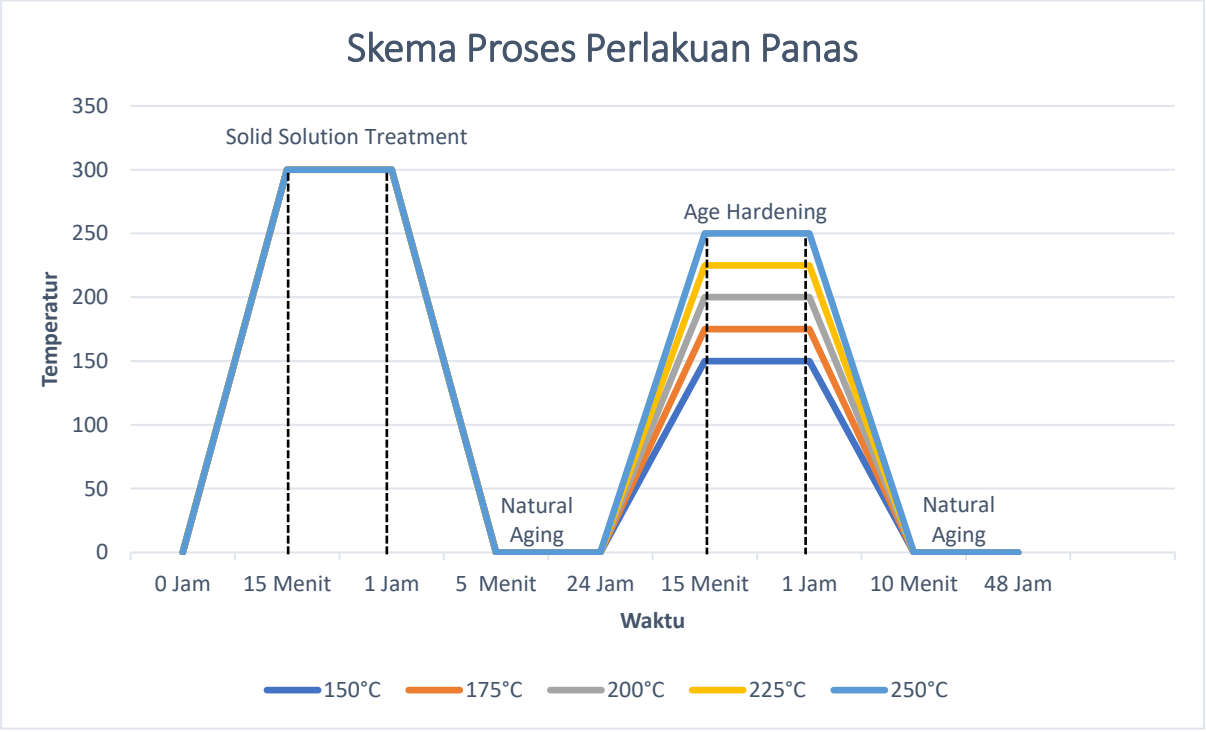
7. Grafik Laju Korosi



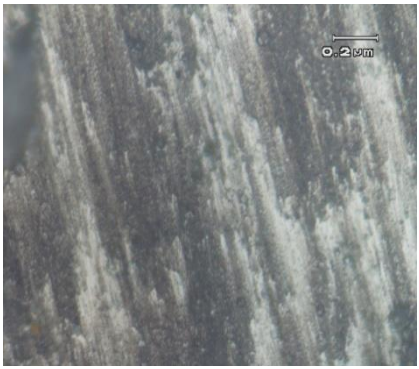
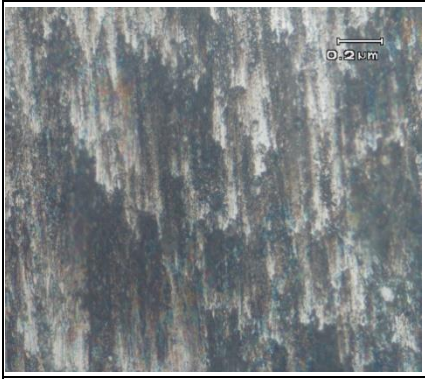
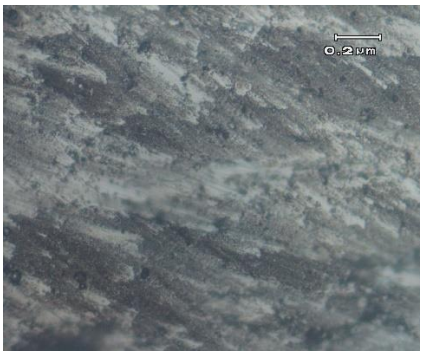
8. Grafik Relasi Nilai Kekerasan dan Laju Korosi

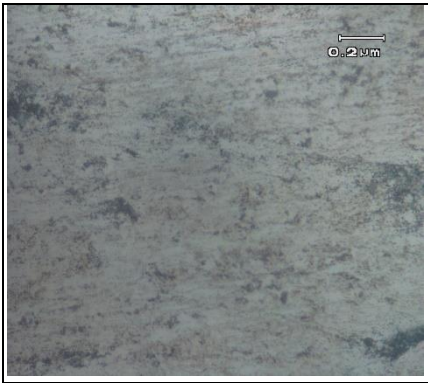
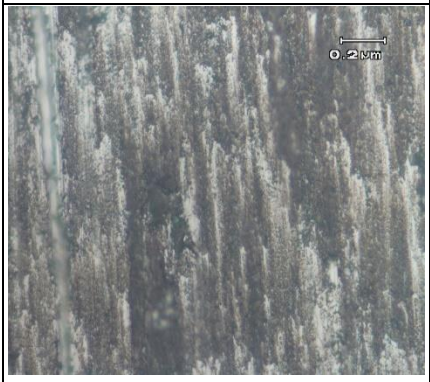

Grafik Laju Korosi dan Kekerasan
Laju Korosi
Nilai Kekerasan
0,18
0,16
0,14
0,12
0,1
0,08
0,06
0,04
0,02
0
120
100
80
60
40
20
0
0,153
0,129
0,132
0,117
0,106
0,098
66,5
77,9
83,4
99,1
108,1
112,8
NON AGING
150°C
175°C
200°C
225°C
250°C
Temperatur
Laju Korosi (mpy)
Nilai Kekerasan x̄(HVN)"

9. Skema Proses Perlakuan Panas



10. Gambar Struktur Mikro

	Perlakuan Panas 150°C
	Perlakuan Panas 175°C
	Perlakuan Panas 200°C

	Perlakuan Panas 225°C
	Perlakuan Panas 250°C
	Perlakuan Non Aging

11. Sertifikat Aluminium 7075

INSPECTION CERTIFICATE No. 10.44649

EN 10204-3.1

Consignes	Quantity 1 Net Weight Kg 780
Contract Number V1209L-S Article number -	Specification No V1209L Lot No 6 Package No 627257
Description of Goods Plates	Requiretment on the Products
Grade of Product: 65000x1520,0x3020,0 Dimensions Inch/mm: 3020	Material conform to quality of 7075 T651 Product conform to all requirement of EN485-1,2,3;EN573-3 This Product conform to European Union RoHS Directive 2002/95/EC

Mechanical Properties

The condition of Tested Standards	Let Number	Cast Number	Number of Tests	Tensile Strenght Ksi		Yield Strenght (0,2% Offset)		Elongation%		Hardness HB
				min	max	min	max	min	max	
Required				525.0	-	440.0	-	4.0	-	-
	763567	20-4058	1	568.0	568.0	512.0	512.0	9.5	9.5	-

Chemical Composition %

Element	Silicon St	Iron Fe	Copper Ce	Manganese Mn	Magnesium Mg	Chromium Cr	Nickel N	Zinc Zn	Titanium Ti	Zirconium Zr
Required	0.4	0.5	1.2-2.0	0.3	2.1-2.9	0.18-0.28	-	5.1-6.1	0.2	-
Contents	0.06	0.2	1.3-1.4	0.02	2.5	0.20	-	6.0	0.06	-

Elements	Tr+Zr	Na	Tm Sn	Bismuth Bi	Plummbum Pb	Mn+Cr	Ca	Other Elements Each	Other Elements Total	Al
Required	-	-	-	-	-	-	-	0.05	0.15	remainder
Contents	-	-	-	-	-	-	-	0.05	0.15	remainder

Other Tests

Method	Macro-Structure	Micro-Structure	USI	Electro-conductivity	SCF	Content H2 of Metals αmβ/100gr	
Result	-	-	-	-	-	-	0.22

BIODATA PENULIS

Penulis anak ketiga dari 3 bersaudara yang lahir di Kota Banyuwangi pada tanggal 9 Oktober 1995. Jenjang pendidikan formal yang pernah ditempuh yaitu TK Megalini Kalibaru (2000-2002), SDN 2 Kalibaru Wetan (2002-2008), SMPN 1 Kalibaru (2008-2011), SMA Ar-Rohmah Malang (2011) kemudian pindah ke SMA Muhammadiyah 2 Genteng Banyuwangi (2011-2014). Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan tingkat perguruan tinggi di Program Studi Departemen Teknik Mesin Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dan mengambil bidang studi manufaktur. Ketertarikan penulis dalam bidang keorganisasian membuat penulis aktif dalam kegiatan-kegiatan oraganisasi di kampus diantaranya di Himpunan Mahasiswa D3 Mesin (HMDM) sebagai staff BSO Kewirausahaan. Penulis pernah melakukan kerja praktek di PT. Tentrem Karoseri, Karanglo, Malang, Jawa Timur yang ditempatkan di bagian *maintenance and designing*. Penulis juga tertarik dalam kegiatan musik dan desain grafis. Bagi pembaca yang ingin mengenal penulis dan ingin berdiskusi lebih luas dapat menghubungi email : mucozzfreaks@yahoo.co.id dan No.Tlp : 087863301158

(Halaman ini sengaja dikosongkan)