

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Berbagai fasilitas berupa alat dan komponen industri semakin berkualitas untuk mempermudah kegiatan manusia sebagai pengguna teknologi. Pemilihan bahan dan proses pembuatan produk oleh suatu perusahaan harus sesuai dengan fungsi dan tujuan produk tersebut. Dengan demikian, pelanggan akan merasa puas dengan kualitas barang yang dihasilkan dan diproduksi oleh perusahaan di dunia saat ini.

Pada umumnya aluminium seri 6061 di aplikasikan untuk otomotif maupun alat-alat konstruksi dan aluminium seri 6061 memiliki paduan unsur komposisi Al 96,61 persen, Cr 0,04 persen, Cu 0,15 persen, Fe 0,7 persen, Mg 1,2 persen, Mn 0,15 persen, Si 0,8 persen, Ti 0,15 persen, dan Zn 0,25 persen. Paduan aluminium seri 6061 mempunyai sifat-sifat yang menguntungkan banyak industri maju menggunakan paduan aluminium seri 6061 untuk perancangan alat dan konstruksi karena sifatnya yang baik, seperti ketangguhan, ketahanan terhadap korosi, tahan panas, dan mampu las setelah dilakukannya proses perlakuan panas.

Selain itu aluminium seri 6061 sering digunakan atau diaplikasikan untuk pembuatan lambung kapal, peralatan kelautan, rangka bangunan, rig pengeboran, pembangunan badan pesawat, sayap pesawat, cano, dan gerbong kereta api. Dan tren di dunia sekarang menuju kepada teknologi mobil hemat energi. Mobil hemat energi adalah kendaraan yang di rancang dengan teknologi dan fitur – fitur khusus untuk mengoptimalkan efisiensi energi dan mengurangi konsumsi bahan bakar. Perkembangan teknologi dan kepedulian terhadap lingkungan telah mendorong industri otomotif untuk mengembangkan mobil hemat energi yang lebih efisien dan ramah lingkungan dengan spesifikasi umum yang di gunakan diantaranya sistem penggerak *hybrid* atau listrik, efisiensi bahan bakar dan penggunaan bahan ringan. Maka dari itu dibutuhkanlah aluminium untuk *chassis* nya karena bobot ringan. Diketahui kekerasan yang dibutuhkan untuk kerangka/*chassis* mobil hemat energi sebesar 95 BHN atau 104 VHN (Fakhri. I. M & Sukarnoto. T., 2023). Agar bisa sampai pada kekerasan yang diinginkan tersebut, maka penelitian ini dilakukan

metode perlakuan panas (*presipitation hardening*) atau (*age hardening*) pada Aluminium seri 6061.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dari penjelasan uraian latar belakang diatas yang telah dijelaskan maka penelitian ini memiliki rumusan masalah yaitu. Bagaimana pengaruh variasi temperatur *artificial aging* untuk *chassis* mobil hemat energi.

## 1.3 Tujuan Masalah

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap perubahan kekerasan dan struktur mikro pada aluminium seri 6061 dan mengetahui apakah hasil uji kekerasan dan uji struktur mikro dari perlakuan temperatur *artificial aging* sesuai dengan kekerasan yang diinginkan untuk *chassis* mobil hemat energi.

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah berikut dibuat untuk menetapkan cakupan dan arah yang ingin dicapai dalam penelitian, agar hasilnya sesuai dengan tingkat ketelitian yang diharapkan.

- 1) Pemilihan bahan yang digunakan adalah material aluminium 6061.
- 2) Komposisi logam kimia aluminium seri 6061 adalah Al 96,61 persen, Cr 0,04 persen, Cu 0,15 persen, Fe 0,7 persen, Mg 1,2 persen, Mn 0,15 persen, Si 0,8 persen, Ti 0,15 persen, dan Zn 0,25 persen.
- 3) Temperatur *solution treatment* adalah 520°C dengan waktu *holding time* 1 jam.
- 4) Variasi temperatur *artificial aging* 150°C, 175°C, 200°C dengan waktu *holding time* 5 jam.
- 5) Media *quenching* menggunakan air.
- 6) Pengujian yang dilakukan adalah pengujian kekerasan dan struktur mikro.

## 1.5 State Of The Art

Singh Prathap S, dkk(2023) *Conducting research entitled. The effect of heat treatment on the hardness behavior of the aluminium 6061 alloy*. Melakukan penelitian dengan judul. Efek perlakuan panas pada perilaku kekerasan paduan aluminium 6061. Objektif utama dari penelitian saat ini adalah untuk menentukan bagaimana berbagai parameter perlakuan panas, termasuk suhu, durasi larutan, penuaan temperatur, dan durasi penuaan, dampak kekerasan vickers. Investigasi ini akan dilakukan dengan menggunakan teknik taguchi, Perlakuan panas dilakukan

dalam tungku. Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter perlakuan panas yang ideal untuk kekerasan maksimum aktif adalah suhu larutan 550°C, durasi 8 jam. Selain itu, ANOVA menunjukkan bahwa temperatur penuaan memiliki signifikansi tertinggi (34,66 persen) pada penelitian ini, diikuti oleh kekerasan vickers (13,16 persen), waktu penuaan (7,89 persen), dan waktu larutan (5,85 persen). Akhirnya, tes konfirmasi. menegaskan bahwa perbedaan antara nilai eksperimental *harness value* dan nilai eksperimental *harness value* dan optimum yang diprediksi menunjukkan. Nilai perbedaan persentase yang dapat diterima (0,417).

Shatha M. Rajaa, dkk(2018) melakukan penelitian dengan judul pengaruh waktu penuaan terhadap sifat mekanik paduan Aluminium 6061-T6. Dalam penelitian ini, beberapa sampel dibuat dari paduan aluminium 6061-T6 sesuai rekomendasi ASTM 176000 sampel yang telah disiapkan dipanaskan pada suhu 500 °C selama 1 jam sebelum didinginkan dengan air. Perlakuan penuaan buatan dilakukan pada suhu 190°C selama 1, 2, 3, dan 4 jam, diikuti dengan pendinginan perlahan di udara. Beberapa studi karakterisasi mekanik dan dilakukan pada sampel yang diolah, termasuk studi struktur mikro, kekuatan tarik, kekerasan, dan pola difraksi sinar-X. Hasilnya menunjukkan peningkatan keseluruhan dalam sifat kekuatan dan kekerasan sampel, namun sifat terbaik diperoleh setelah 2 jam penuaan buatan.

Wardani Ifatika Philo, dkk(2020) melakukan penelitian dengan judul pengaruh natural aging sebelum proses artificial aging terhadap sifat mekanik aluminium 6061. Sembilan sampel digunakan dalam penelitian ini. Batang aluminium 6061 berbentuk solid pejal dibuat dan diproses menggunakan mesin sesuai dengan standar uji tarik ASTM B557. Setelah itu, sembilan sampel dipanaskan dalam oven hingga suhu 500 °C dan disimpan selama empat jam. Sampel kemudian di *quenching* dengan menggunakan air sebagai medianya. Setelah proses *quenching*, material didiamkan pada suhu kamar selama beberapa hari dan dilanjutkan dengan proses penuaan buatan dengan cara memanaskan kembali sampel pada suhu 130, 160 dan 190 derajat celsius serta memvariasikan waktu tahan selama 1jam, 3jam, dan 5 jam. Setelah itu, bahan diuji untuk mengukur kekerasan dan kekuatannya menggunakan mesin uji tarik dan uji kekerasan *Vickers*. Dari

penelitian yang dilakukan diketahui bahwa penuaan alami tidak mempengaruhi tren peningkatan kekerasan dan kekuatan material dengan meningkatnya suhu dan waktu tahan. Perlakuan penuaan alami menurunkan nilai kekerasan material yang menjalani perlakuan penuaan buatan segera setelah perlakuan larutan. Dari penelitian ini kita juga mengetahui bahwa pada proses *natural aging*, waktu tahan terhadap suhu penuaan buatan 190°C adalah 5 jam, sehingga dapat dikatakan bahwa merupakan suhu yang aman untuk melakukan penuaan buatan.

Sidik Jaelani, dkk(2019) melakukan penelitian dengan judul pengaruh variasi temperatur perlakuan panas *aging* terhadap sifat mekanik aluminium AA 6061. Bahan aluminium alloy 6061 digunakan dalam penelitian ini. Sebelum memulai pengujian, sampel bahan penelitian disiapkan untuk uji tarik dan kekerasan. Sampel untuk uji tarik dibuat sesuai dengan standar ASTM D638, sedangkan sampel untuk uji kekerasan dibuat dengan ukuran 20 x 20 x 10 mm. Untuk uji impak, spesimen sesuai dengan standar ASTM E23. Setelah itu, perlakuan panas penuaan dilakukan pada suhu 175, 200 dan 225 derajat celsius selama satu jam, setelah itu didinginkan di udara terbuka. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat mekanik aluminium 6061 meningkat setelah dipanaskan. Uji kekerasan mencapai nilai terbaik 31,66 HRB, uji tarik mencapai 231,66 MPa, dan uji impak mencapai nilai terbaik sebesar 0,0290 kg/m<sup>2</sup>/mm<sup>2</sup>. Dengan bertambahnya temperatur penuaan maka sifat mekanik menurun karena pada temperatur tersebut tercapai kondisi *over aging*. Dalam penelitian ini, kondisi *over aging* adalah suhu antara 200°C dan 225°C. Namun, tanpa perlakuan panas *aging*, sifat mekaniknya tetap sama seperti aluminium tanpa perlakuan tambahan.

Firdaus Achmad Erik dan Sakti Arya Mahendra, (2022) melakukan penelitian dengan judul efek perlakuan panas artificial aging pada aluminium 6061 yang dilapisi nikel chrome terhadap tingkat kekerasan dan kekuatan tarik. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kekuatan dan kekerasan material paduan aluminium 6061 yang digunakan untuk membuat propeller. Metode eksperimen yang digunakan dalam penelitian ini melibatkan perlakuan panas penuaan buatan dan pelapisan krom nikel. Perlakuan panas penuaan buatan dilakukan pada suhu 190°C dengan waktu penahanan selama satu jam, tiga jam, dan lima jam. Dilapisi krom nikel. Untuk menguji material, digunakan uji kekerasan Rockwell Hardness Tester

skala B dan uji tarik sesuai standar JIS Z2201. Data penelitian menunjukkan bahwa material tanpa perlakuan penuaan buatan memiliki kekerasan terendah sebesar 113,9 HRB, sedangkan kekerasan tertinggi sebesar 128,8 HRB dicapai setelah 5 jam penuaan buatan. Di sisi lain, material tanpa perlakuan penuaan buatan memiliki kuat tarik terendah sebesar 23,7 MPa, sementara kuat tarik tertinggi sebesar 23,7 MPa juga dicapai setelah diberikan perlakuan penuaan buatan selama 5 jam. Uji kekerasan dan tarik telah menunjukkan bahwa material yang lebih tahan terhadap penuaan memiliki nilai kekerasan dan tarik yang lebih tinggi.

Alfath Shena dan Siswanto Budiarto Jono, (2020) melakukan penelitian dengan judul analisis pengaruh waktu artificial age (T6) terhadap struktur kristal, densitas dan kekerasan paduan aluminium 6061 untuk bahan sirip roket. Penelitian mulai dengan proses solid solution treatment yang dimulai pada suhu 500 °C dan dipertahankan selama satu jam. Dilanjutkan dengan perendaman singkat dalam media air pada suhu kamar. Tahap selanjutnya adalah *aging* dengan suhu 200°C selama 45 menit, 90 menit, dan 180 menit. Karakterisasi paduan AL6061 hasil pembuatan/sintesis. Termasuk Pengujian dan pengamatan mikro struktur serta komposisi kimia secara kualitatif dan kuantitatif menggunakan alat SEM-EDXS. juga menggunakan XRD untuk uji struktur kristal, ukuran kristal, regangan kisi, dan kepadatan dislokasi kristal. uji kekerasan menggunakan skala Vickers dan menemukan bahwa kekerasan adalah 50,30 HV pada paduan Al 6061 tanpa perlakuan panas. Bahan uji Al 6061 yang diberi perlakuan panas menunjukkan nilai kekerasan tertinggi sebesar sebesar 65,1 HV. Hal ini dicapai dengan kombinasi suhu penuaan 200 °C dan waktu aging selama 180 menit. Nilai kekerasannya meningkat sebesar 29,4 2%. Pemeriksaan struktur kristal menggunakan (SEM) scanning elektron microscope mengungkapkan sampel uji AL6061 sebagian besar memiliki matriks Al yang dominan tanpa perlakuan panas, sedangkan sampel uji AL6061 menghasilkan fase Mg<sub>2</sub>Si setelah menjalani proses T6 dan ternyata berhasil mengeraskan paduannya. Hasil ukuran kristal, rapat dislokasi, dan regangan kisi kristal menggunakan sinar-X (XRD) menunjukkan bahwa ukuran kristal dan kerapatan dislokasi mengalami penurunan pada waktu 45 dan 90 menit, kemudian ukuran kristal dan kerapatan dislokasi mengalami penurunan pada menit 180. Kepadatan dislokasi mengalami

peningkatan. Sementara itu, sementara itu regangan kisi meningkat mencapai nilai tertinggi pada waktu 180 menit. Sebaliknya, untuk , densitas dislokasi dan regangan kisi meningkat pada waktu pemanasan 1 dan 4 jam, dan densitas dislokasi dan regangan kisi menurun pada waktu 20 jam . Hasil perhitungan dan analisis menunjukkan bahwa paduan Al6061 mengalami peningkatan regangan kisi dan penurunan kerapatan dislokasi setelah perlakuan panas (solusi padat) pada suhu 500 °C. Setelah proses T6, yang melibatkan solusi padat, *quenching*, dan variasi waktu penuaan buatan, perubahan lebih lanjut mulai terjadi. Hal ini menyebabkan terjadinya rekristalisasi dan tumbuhnya partikel dan endapan (presipitat), yang dibuktikan dengan nilai kekerasan dan peningkatan ukuran kristalit. Dan nilai regangan mikro kisi dan densitas dislokasi mengalami penurunan. Nilai kekerasannya meningkat seiring dengan peningkatan suhu artificial aging sebesar 15,4%.

A Devi Eka Septiani, (2024) melakukan penelitian dengan judul pengaruh variasi holding time terhadap microstruktur dan sifat mekanik AA 6061-T6 . Proses dimulai dengan perlakuan campuran pada suhu 540°C selama satu jam. Kemudian, dilanjutkan dengan pencucian air (*quenching*) dan proses penuaan buatan pada suhu 165°C waktu penahanan masing-masing selama 1, 3, 5 dan 7 jam. Tujuan adalah untuk mengamati perubahan kekuatan dan kekerasan paduan aluminium 6061 sebelum dan sesudah mengalami korosi dan penuaan. Pada waktu tahan 5 jam, kekuatan tarik mencapai 293,9 MPa dan kekerasan mencapai 109 HV. Namun, setelah waktu penahanan diperpanjang hingga 7 jam, kekuatan tarik turun menjadi 727,2 MPa dan kekerasan menurun jadi 70,2 HV, yang menunjukkan bahwa material tersebut mengalami *over aging*.

W Erik Kurniawan, (2018) melaksanakan penelitian dengan judul pengaruh variasi temperatur aging pada alumunium 6061 terhadap uji impak, kekerasan dan struktur mikro. Dikerjakan penelitian tentang pengaruh variasi temperatur penuaan kekerasan, kekuatan, pengujian impak dan juga struktur metalografi. Material dipotong jadi benda uji untuk pengujian kekerasan, impak , dan pemeriksaan metalografi dengan standar ASTM. Pada perlakuan panas penuaan tahap pertama , benda uji diberi perlakuan panas pada suhu 300°C selama satu jam . Pada langkah kedua, benda uji setelah di *solution treatment* di *quenching* dengan air . Langkah

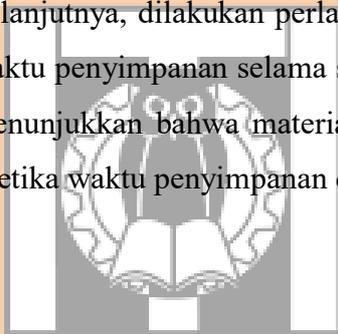
terakhir benda uji *aging* variasi suhu 30, 100, 150, dan 200 derajat celsius selama 1 jam, dilanjutkan dengan pendinginan atau *quenching* menggunakan air. Benda kerja yang diperoleh hasil proses *aging* di lakukan pemeriksaan metalografi , uji impak, dan uji kekerasan. Dari hasil pengujian, kekerasan terus meningkat seiring dengan meningkatnya suhu *aging*, dan kekerasan maksimum terdapat pada suhu 150°C. Selanjutnya kekerasan menurun ketika suhu mencapai 175°C dan 200°C. Di sisi lain, kekuatan impak menurun seiring dengan meningkatnya suhu *aging*, dan kekuatan impak paling rendah pada suhu antara dan 150 °C. Dan pada suhu 175 °C dan 200 °C, kekuatan impak meningkat. Ketika *aging* pada suhu 175°C, kekerasannya menurun dan kekuatan impaknya meningkat. karena itu, termasuk dalam *over aging*.

S Prathap Singh, dkk(2023) melakukan penelitian dengan judul pengaruh perlakuan panas terhadap perilaku kekerasan alumunium paduan 6061. Tujuan penelitian untuk mempelajari pengaruh berbagai parameter perlakuan panas seperti suhu larutan, waktu larutan, suhu penuaan, dan waktu penuaan terhadap kekerasan *Vicker* menggunakan teknik Taguchi. Tungku peredam digunakan untuk studi perlakuan panas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter perlakuan panas yang optimal untuk mencapai kekerasan maksimum adalah suhu larutan 550°C, waktu larutan 0,5 jam, suhu penuaan 165°C, dan waktu penuaan 8 jam. Selanjutnya, ANOVA mengungkapkan bahwa suhu penuaan memiliki pengaruh paling besar (34,66%) terhadap kekerasan *Vicker* , diikuti oleh suhu larutan (13,16%), waktu penuaan (7,89%), dan waktu larutan (5,85%). dikonfirmasi bahwa ada. Terakhir, uji konfirmasi mengkonfirmasi bahwa perbedaan antara nilai prediksi terbaik dan nilai harness eksperimental adalah perbedaan persentase (0,417%) dari nilai yang dapat diterima.

W Miftah Nashrullah, (2018) melakukan penelitian dengan judul analisa variasi holding time pada alumunium 6061 terhadap uji impak, struktur mikro, dan uji kekerasan. Material dipotong dengan Standar ASTM . Pertama, aluminium seri 6061 dilakukan perlakuan panas pada suhu 300°C selama satu jam, setelah itu material didinginkan dengan media berupa air. Kemudian dipanaskan kembali pada suhu 150°C dengan waktu penahanan yang bervariasi yaitu 1 , 2 , 3 , 4 dan 5 jam, Berdasarkan hasil perlakuan penuaan, dilakukan pemeriksaan metalografi, uji

impak, dan uji kekerasan .Uji Kekerasan *Vickers* Hasil uji kekerasan menunjukkan nilai kekerasan terus mengalami penurunan dari waktu tahan satu jam dengan nilai kekerasan 80,8 HVN hingga waktu tahan lima jam dengan nilai kekerasan menunjukkan.47,4 HVN. Namun pengujian dampak menunjukkan bahwa kekuatan dampak meningkat seiring dengan peningkatan waktu penahanan , dan kekuatan dampak meningkat secara signifikan pada waktu penahanan lima jam.dimana pada waktu penahanan adalah empat jam, kekuatan dampaknya adalah 0,55 *Joule/mm<sup>2</sup>*, dan jika waktu penahanannya adalah 5 jam, kekuatan dampaknya meningkat jadi 1,21 *Joule/mm<sup>2</sup>*. Hal ini dikarenakan struktur dari material berdifusi sampai mencapai homogen serta sifat nya berubah untuk mampu menahan beban tegangan kejut .

Imam, dkk(2018) melakukan penelitian pemanasan T6 pada Aluminium 6061. Dalam penelitian ini, proses penyelesaian perlakuan panas dilakukan pada suhu 450°C selama lima belas menit, kemudian didinginkan menggunakan media pendingin berupa oli. Selanjutnya, dilakukan perlakuan panas lanjutan pada suhu 190°C dengan variasi waktu penyimpanan selama satu jam, lima jam, dan sebelas jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa material aluminium 6061 mengalami peningkatan kekerasan ketika waktu penyimpanan diperpanjang hingga 11 jam.



## **1.6 Sistematika Penulisan**

Untuk dapat memudahkan dalam penyusunan tugas akhir/skripsi ini membuat sistematika penulisan sebagai berikut

### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, State Of The Art, dan sistematika penulisan.

### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Berisi referensi pustaka guna mendukung penelitian tugas akhir.

### **BAB 3 METODE PENELITIAN**

Berisi cara atau tahapan penelitian yang digunakan menggunakan diagram alir serta proses pengujian yang dilakukan pada material alumunium seri 6061.

### **BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN**

Berisi tentang hasil pengujian dan pembahasan data-data yang dilakukan pada alumunium seri 6061.

### **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

Berisi tentang kesimpulan akhir berdasarkan hasil penelitian serta saran perbaikan untuk melakukan penelitian selanjutnya.

## **DAFTAR PUSTAKA**