

Analisis Pengaruh Proses Perlakuan Panas Paduan Aluminium 7075 Pada Struktur Pesawat Boeing 747

Jefri Lamhot Malau¹, Swandya Eka Pratiwi¹, Haris Wahyudi¹

¹ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana Jakarta
Jl. Meruya Selatan No. 1, Kembangan, Jakarta Barat 11650, Indonesia

E-mail: jefrimalau97@gmail.com

Abstrak-- Proses peningkatan nilai kekerasan dan kekuatan paduan aluminium 7075 yang umum dilakukan adalah proses perlakuan panas. Semua material yang mengalami proses perlakuan panas dapat menyesuaikan nilai kekuatan berdasarkan tujuan kekuatan material yang diinginkan dengan mengubah suhu dan waktu pelaksanaan perlakuan panas tersebut. Namun pada manual perlakuan panas pada material structure Boeing 747 tidak memberi tahu perbedaan nilai kekuatan dan nilai kekerasan antara material yang dilakukan perlakuan panas dari Aluminium alloy 7075-T0 menjadi Aluminium alloy 7075-T6 dengan material asli Aluminium alloy 7075 T6 tanpa perlakuan panas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh proses perlakuan panas pada proses pengerasan material aluminium alloy 7075. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan bahwa perlakuan artificial aging dengan suhu 125°C selama 24 jam merupakan suhu dan waktu perlakuan panas yang paling optimal untuk mencapai nilai kekerasan dan kekuatan tarik yang paling mendekati dengan nilai kekerasan dan kekuatan tarik aluminium alloy 7075-T6. Adapun nilai kekerasan rata-rata yang didapatkan sebesar 87,87 HRB dan nilai kekuatan tarik sebesar 573,41 Mpa.

Kata kunci: Perlakuan Panas, Uji Tarik, Uji Kekerasan, Struktur Mikro, Aluminium Alloy

Abstract-- The process of increasing the value of hardness and strength that is commonly carried out is the heat treatment process. All materials that have undergone a heat treatment process can adjust their strength values based on the desired material strength objectives by changing the temperature and time of the heat treatment. However, the heat treatment manual on the material structure of the Boeing 747 does not reveal differences in strength values and hardness values between materials that are heat treated from Aluminum alloy 7075-T0 to Aluminum alloy 7075-T6 with the original Aluminum alloy 7075-T6 material without heat treatment. This study aims to determine the effect of the heat treatment process on the hardening process of the 7075 aluminum alloy. Based on the test results, it was found that the artificial aging treatment with a temperature of 125°C for 24 hours was the most optimal temperature and heat treatment time to achieve the hardness and tensile strength values closest to the hardness and tensile strength values of aluminum alloy 7075 T6. The average hardness value obtained is 87.87 HRB and a tensile strength value of 573.41 MPa.

Keywords: Heat Treatment, Tensile Test, Hardness Test, Microstructures, Aluminium Alloy

1. PENDAHULUAN

Pesawat merupakan salah satu alat transportasi dengan teknologi yang sangat tinggi pada berbagai aspek seperti aerodinamika, elektronik, sistem navigasi dan lain-lain. Salah satu aspek yang penting dalam perancangan pesawat terbang adalah teknologi struktur kerangkanya. Dalam desain kerangka pesawat diharapkan memiliki struktur yang kuat dan kaku tetapi tetap memiliki berat maksimum struktur kerangka sekecil mungkin. Pemilihan material pada struktur pesawat disesuaikan berdasarkan bagian pesawat yang membutuhkan tingkat kekuatan yang spesifik pada bagian tertentu. Secara garis besar, struktur pesawat terbuat dari *aluminium alloy*. Pemilihan material *aluminium alloy* didasarkan sifat material yang kuat, tidak getas namun masih tetap ringan sesuai dengan persyaratan struktur pesawat.

Pada struktur pesawat Boeing 747 secara umum menggunakan material *Aluminium alloy 2024-T3* pada *skin* pesawatnya dan *Aluminium alloy 7075-T6* pada *primary structure* seperti *frame*, *stringer*, *spar* dan *ribs*[1]. Yang dimana setiap bagian struktur pesawat ini diharapkan dapat memiliki nilai kekuatan material yang spesifik berdasarkan lokasinya. Seperti pada *frame* dan *stringer* sangat dibutuhkan nilai kekuatan yang tinggi sehingga ia menggunakan material *aluminium alloy 7075-T6* sebagai bahan penyusunnya dikarenakan fungsinya untuk menyokong beban yang diterima dari *skin*. Namun muncul permasalahan dimana material *aluminium alloy 7075-T6* ini sangat getas pada saat proses *forming* dan memiliki ketersediaan material yang terbatas sehingga manufaktur memberikan pilihan untuk menggunakan material *aluminium alloy 7075-T0* yang akan dilakukan proses perlakuan panas hingga menjadi

aluminium alloy 7075-T6.

Material aluminium alloy 7075-T0 tersebut akan di *heat treatment* berdasarkan *special process standart boeing*. Dimana langkah pertama material aluminium alloy 7075-T0 akan mengalami proses *Solution Treatment* (dipanaskan dalam rentang suhu 490°C) yang bertujuan untuk mendapatkan larutan padat yang mendekati homogen selama 30 menit[2], kemudian dilanjut dengan *Quenching* yang bertujuan untuk agar larutan padat homogen yang terbentuk pada solution heat treatment dan kekosongan atom dalam keseimbangan termal pada temperatur tinggi tetap pada tempatnya. Kemudian dilanjutkan dengan *Straightening* yang bertujuan untuk meminimalisir material aluminium yang di *heat treatment* mengalami pembengkokan sehingga dapat diratakan kembali dengan proses *straighten* ini. Selanjutnya material yang telah di *straightening* material tersebut kemudian di lakukan *Precipitation Aging*. Dimana tujuan proses ini ialah menentukan nilai akhir kekerasan yang akan dituju dari proses *heat treatment* ini. Sehingga pengambilan temperatur *artificial aging* pada temperatur yang berbeda akan berpengaruh pada tingkat kekerasan sebab pada proses *artificial aging* akan terjadi perubahan-perubahan fasa atau struktur[3]. Perubahan fasa tersebut akan memberikan sumbangan terhadap pengerasan.

Dengan kata lain semua material yang mengalami process *heat treatment* dapat menyesuaikan nilai kekuatan berdasarkan tujuan kekuatan material yang diinginkan dengan mengubah suhu dan waktu pelaksanaan *heat treatment* tersebut[4], [5]. Namun pada manual *heat treatment* pada material *structure Boeing 747* tidak memberi tahu perbedaan nilai kekuatan dan nilai kekerasan antara material yang *heat treatment* dari Aluminium alloy 7075-T0 menjadi Aluminium alloy 7075-T6 dengan material asli Aluminium alloy 7075-T6 tanpa perlakuan panas.

Berdasarkan latar belakang yang ada, muncul permasalahan untuk menganalisa pengaruh proses *heat treatment* pada aluminium alloy 7075. Penelitian ini memiliki tujuan menganalisis pengaruh proses *heat treatment* pada kekuatan material dan nilai kekerasan aluminium 7075-T6 pada saat sebelum dan setelah melakukan proses *heat treatment* menggunakan metode eksperimental.

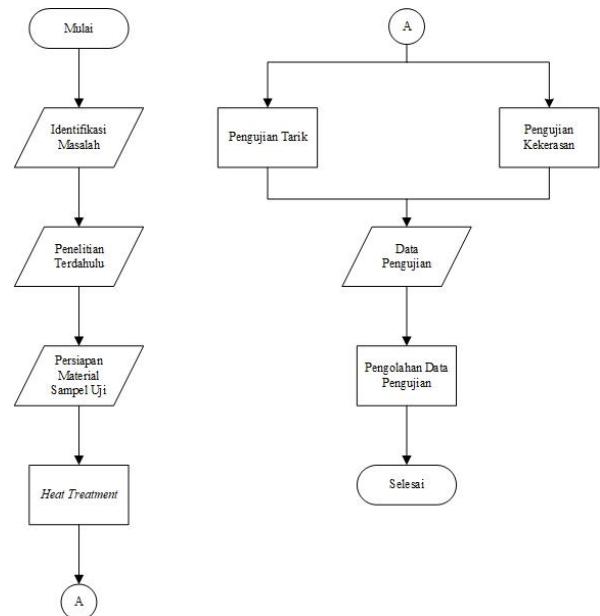
2. METODOLOGI

Metode yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan metode eksperimental. Tahapan pelaksanaan dimulai dengan studi literatur,

persiapan material sampel dan alat uji, *heat treatment* pada plat aluminium 7075-T0, pengujian tarik, pengujian nilai kekerasan, lalu mencatat dan mengolah hasil data pengujian dalam bentuk hasil pembahasan dan kesimpulan.

2.1 Diagram Alir Penelitian

Di bawah ini merupakan diagram alir dalam pelaksanaan penelitian untuk memudahkan dalam pelaksanaannya. Diagram tersebut di tunjukan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

a. Identifikasi Masalah

Langkah awal pelaksanaan penelitian ini mencakup pencarian persoalan yang terjadi di lapangan. Didasari permasalahan untuk menelaah lebih jauh terkait perawatan pesawat terbang, permasalahan yang diangkat yaitu ketersediaan material aluminium alloy 7075-T6 yang terbatas sehingga menggunakan bahan alternatif aluminium alloy 7075-T0 dengan proses *heat treatment* sampai mencapai *final temper 7075-T6*. Dari masalah di atas maka penelitian ini akan menguji pengaruh proses *heat treatment* pada *repair* struktur pesawat 747.

b. Penelitian Terdahulu

Setelah menentukan permasalahan penelitian, langkah selanjutnya ialah mendalami permasalahan dengan didasari berbagai data pendukung yang dapat dipercaya. Pencarian data didukung oleh studi literatur. Penelitian terdahulu yang dianalisis adalah yang sesuai dengan permasalahan empiris terkait. Studi pustaka didasari dari data yang disajikan oleh lembaga riset, jurnal dan studi akademik untuk dijadikan dasar

dalam penguatan asumsi dan hipotesis permasalahan yang akan diangkat. Studi literatur dalam penelitian ini, untuk mendapatkan data-data yang terkait dan langkah awal dalam kegiatan selanjutnya.

c. Persiapan Material Sampel Uji

Pada penelitian ini penggunaan sampel uji dibatasi dengan plat ketebalan 0.063 inch. Pemilihan material sampel uji didasarkan pada keadaan sebenarnya pada pesawat. Penggunaan material aluminium 7075-T6 digunakan pada bagian struktur utama pesawat. Khususnya pada bagian pesawat Boeing 747 pada bagian *frame* dan *stringer*[6]. Kemudian dibentuk menjadi spesimen uji sesuai standar pengujian yang berlaku.

d. Heat Treatment

Tahap selanjutnya adalah melakukan proses *heat treatment* pada sebuah plat aluminium 7075 T0 dengan ketebalan 0,063 inch, proses *heat treatment* ini bertujuan untuk meningkatkan nilai kekuatan dan kekerasan pada material awal 7075-T0. Pada metode *heat treatment* pada seri *aluminium alloy 7075* berdasarkan *Boeing Standart* tahapan pertama yang dilakukan ialah *Solution Heat Treatment*. *Solution heat treatment* yaitu pemanasan logam aluminium dalam dapur pemanas dengan temperatur 490°C. Pada tahap *solution heat treatment* terjadi pelarutan fasa-fasa yang ada, menjadi larutan padat. Tujuan dari *solution heat treatment* itu sendiri yaitu untuk mendapatkan larutan padat yang mendekati homogenya. Setelah *solution heat treatment* sampel kemudian didinginkan dengan cepat menggunakan air. Kemudian dilanjutkan dengan *precipitation treatment (aging)* dari kondisi sampel uji 7075-W dengan suhu dan waktu *aging* yang berbeda-beda dengan suhu diantara 115°C-125°C dan suhu diantara 22-24 jam. Setelah semua proses tersebut dilakukan dilanjutkan proses *straightening* untuk memastikan sampel uji tetap dalam kondisi rata atau tidak mengubah bentuk sampel sesudah proses *heat treatment*.

e. Pengujian Material Sampel Uji

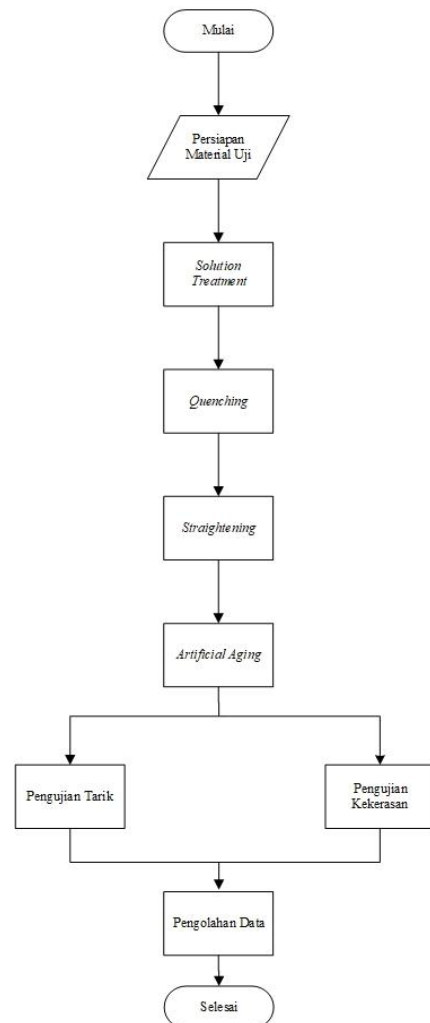
Pengujian material sample uji bertujuan untuk mendapatkan data yang diinginkan untuk selanjutnya diolah agar mendapatkan nilai yang diinginkan. Pengujian material pada penelitian ini meliputi pengujian tarik dan pengujian kekerasan.

f. Pengolahan Data

Setelah data yang diperoleh terkumpul selanjutnya dilakukan pengolahan data sesuai hasil dari pengujian.

2.2 Diagram Alir Pengujian

Di bawah ini merupakan diagram alir pengujian dalam pelaksanaan penelitian untuk memudahkan dalam pelaksanaannya. Diagram tersebut di tunjukan oleh Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Pengujian

a. Solution Treatment

Pada penelitian *aluminium alloy 7075* dilakukan proses *Solution Heat Treatment*. *Solution heat treatment* yaitu pemanasan logam aluminium dalam dapur pemanas dengan temperatur 490°C selama 30 menit untuk untuk mendapatkan larutan padat yang mendekati homogenya[7].

b. Quenching

Pada tahap ini dilakukan proses pendinginan secara cepat dengan menggunakan air dikarenakan kita akan memanaskan kembali material sampel uji untuk mencapai sifat mekanik yang kita inginkan[8].

c. Straightening

Proses *straightening* ini bertujuan untuk meratakan kembali permukaan dari plat yang

telah di *heat treatment* dikarenakan pada saat proses *heat treatment* ada kemungkinan plat akan membengkok dikarenakan panas pada saat proses *heat treatment*.

d. **Artificial Aging**

Proses *artificial aging* ini merupakan tahapan penentu tujuan akhir dari sifat mekanik yang diinginkan dikarenakan pada tahap ini suhu dan waktu pemanasan kembali material sampel uji sangat mempengaruhi nilai dari kekuatan serta nilai kekerasan dari material sampel uji tersebut[4]. pada tahap ini kita kan memanaskan kembali material dari sampel uji dari kondisi sampel uji 7075-W dengan rentang suhu 115°C-125°C selama 22 sampai 24 jam.

e. **Pengujian Tarik**

Uji tarik adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan atau material dengan cara memberikan beban gaya yang berlawanan arah. Pada pengujian tarik ini akan dicari nilai *ultimate tensile strength* (UTS) dan nilai regangan. Pengujian tarik ini mengacu pada standar uji ASTM-E8/E8M[9].

f. **Pengujian Kekerasan**

Uji kekerasan ini akan menggunakan metode Rockwale scale B dimana pengujiannya akan menggunakan bola baja sebagai penetratornya[10].

g. **Pengolahan Data**

Setelah data yang diperoleh terkumpul selanjutnya dilakukan pengolahan data sesuai hasil dari pengujian.

2.3 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

a. **Tungku Pemanas**

Pada penelitian ini akan dilakukan proses heat treatment pada material sampel uji aluminium alloy 7075 T0 hingga menjadi aluminium alloy 7075 T6 sehingga dibutuhkan tungku pemanas untuk melaksanakan perlakuan panas pada material ebsampel uji. Alat ini dapat diatur secara otomatis untuk suhu dan waktu yang diinginkan ketika pelaksanaan heat treatment.

b. **Mesin Uji Tarik**

Untuk melakukan pengujian tarik dalam penelitian ini menggunakan mesin uji tarik yang berada di engine service PT. GMF AeroAsia. Mesin uji tarik ini diproduksi oleh perusahaan Go-Tech. Mesin uji tarik ini memiliki kapasitas maksimal beban hingga 10.000 kg dengan resolusi sebesar 1 kg.

c. **Alat Uji Kekerasan Rockwell**

Untuk melakukan pengujian nilai kekerasan dalam penelitian ini menggunakan mesin uji

nilai kekerasan yang berada di *workshop structure PT. GMF AeroAsia*. Mesin rockwell ini dapat menguji nilai kekerasan dengan beberapa skala rockwell dengan mengganti adaptor yang ada pada alat uji.

Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini :

a. **Plat Aluminium 7075-T0 dan 7075-T6**

Plat aluminium 7075 T0 dan aluminium 7075 T6 digunakan pada Tugas akhir ini dikarenakan plat aluminium ini merupakan material sampel uji untuk dibandingkannya nilai kekuatan, nilai kekerasan serta struktur mikro dari plat aluminium tersebut setelah dilakukannya proses *heat treatment* dan sebelum dilakukan..

b. **Methyl Ethyl Keton**

Methyl ethyl keton adalah sebuah campuran larutan yang berfungsi sebagai pembersih permukaan material sample uji.

2.4 Proses Pengolahan Data

Dalam proses pengolahan data yang dilakukan dengan cara analisis, yang dimana data-data tersebut didapatkan dari hasil pengujian tarik dan hasil pengujian kekerasan. Adapun data yang didapatkan pada pengujian kekerasan yang menggunakan skala Rockwell B lang sung mendapatkan hasil akhir tanpa perlu perhitungan tambahan. Untuk data yang didapatkan pada pengujian tarik hanya mendapatkan gaya maksimal dari benda uji sehinga dibutuhkan pengolahan data sebagai berikut :

$$P_{max} = m \times g$$

$$\sigma_{ult} = \frac{P_{max}}{A}$$

$$\varepsilon = \frac{L1-L0}{L0} \times 100\%$$

Keterangan:

σ_{ult} = Tegangan tarik maksimum lubang (Mpa)

P_{max} = Beban maksimum (N)

A = Luas Penampang (mm²)

L0 = Panjang awal sampel uji (mm)

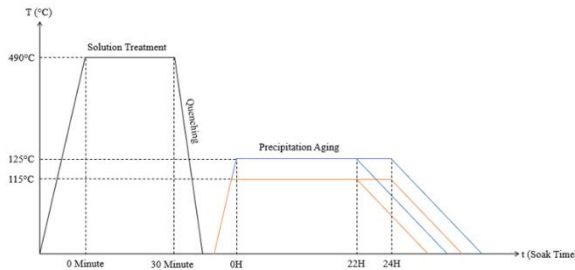
L1 = Panjang akhir sampel uji (mm)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah mendapatkan semua data yang sudah terkumpul maka data dapat diolah menggunakan persamaan diatas. Namun proses heat treatment harus dilakukan dengan 4 variasi suhu dan waktu aging yang berbeda.

3.1 Heat Treatment

Pada penelitian ini dilakukan proses *heat treatment* dengan variasi suhu dan waktu aging yang berbeda. Adapun variasi dari suhu dan waktu *artificial aging* sebagai berikut:



Gambar 3. Grafik Heat Treatment

a. Sampel Uji A1

Material uji *aluminium allot 7075-T6* tanpa perlakuan panas.

b. Sampel Uji A2

Dilakukan *solution treatment* dengan suhu 490°C dengan *soaking time* selama 30 menit kemudian dilakukan *quenching* secara cepat dengan air, kemudian dilanjutkan dengan melakukan proses *precipitation hardening* dengan suhu 115°C dengan *soaking time* selama 22 jam dan diakhiri dengan pendinginan spesimen dalam suhu ruang.

c. Sampel Uji A3

Dilakukan *solution treatment* dengan suhu 490°C dengan *soaking time* selama 30 menit kemudian dilakukan *quenching* secara cepat dengan air, kemudian dilanjutkan dengan melakukan proses *precipitation hardening* dengan suhu 115°C dengan *soaking time* selama 24 jam dan diakhiri dengan pendinginan spesimen dalam suhu ruang.

d. Sampel Uji A4

Dilakukan *solution treatment* dengan suhu 490°C dengan *soaking time* selama 30 menit kemudian dilakukan *quenching* secara cepat dengan air, kemudian dilanjutkan dengan melakukan proses *precipitation hardening* dengan suhu 125°C dengan *soaking time* selama 22 jam dan dan diakhiri dengan pendinginan spesimen dalam suhu ruang.

e. Sampel Uji A5

Dilakukan *solution treatment* dengan suhu 490°C dengan *soaking time* selama 30 menit kemudian dilakukan *quenching* secara cepat dengan air, kemudian dilanjutkan dengan melakukan proses *precipitation hardening* dengan suhu 125°C dengan *soaking time* selama 24 jam dan diakhiri dengan pendinginan spesimen dalam suhu ruang.

3.2 Hasil Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan dengan metode Rockweel Scale B dimana identornya menggunakan bola baja ukuran 1/16 inch[10]. Uji kekerasan ini mengacu pada standart ASTM E18-15. Uji kekerasan dilakukan pada 5 buah sampel material uji Al 7075 dimana spesifiknya 1 buah sampel uji Al 7075-T6 tanpa perlakuan panas, 4 buah sampel uji dengan perlakuan panas dengan perbedaan suhu pada saat *artificial aging* dan perbedaan waktu soak time pada saat *artificial aging*. Adapun hasil pengujian nilai kekerasan sebagai berikut:

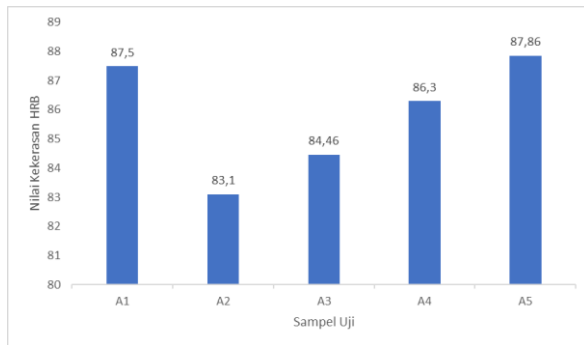
Tabel 1. Hasil Pengujian Nilai Kekerasan

NO.	Kode Sampel	Tebal Plat (mm)	Titik	HRB	Rata-Rata
1	A1	1,6	1	87,7	87,50
		1,6	2	87,4	
		1,6	3	87,4	
2	A2	1,6	1	83	83,10
		1,6	2	82,4	
		1,6	3	83,9	
3	A3	1,6	1	84,6	84,47
		1,6	2	84,2	
		1,6	3	84,6	
4	A4	1,6	1	85,7	86,30
		1,6	2	85,6	
		1,6	3	87,6	
5	A5	1,6	1	88	87,87
		1,6	2	87,9	
		1,6	3	87,7	

Keterangan:

- A1 : Al 7075 tanpa perlakuan panas
- A2 : Al 7075 dengan Precipitation Treatment Suhu 115°C selama 22 jam
- A3 : Al 7075 dengan Precipitation Treatment Suhu 115°C selama 24 jam
- A4 : Al 7075 dengan Precipitation Treatment Suhu 125°C selama 22 jam
- A5 : Al 7075 dengan Precipitation Treatment Suhu 125°C selama 24 jam

Dari hasil pengamatan hasil uji nilai kekerasan pada sampel uji Al 7075 didapatkan grafik sebagai berikut :



Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian Nilai Kekerasan

Dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 4 hasil pengujian yang didapatkan perbedaan nilai kekerasan dari setiap sampel uji. Dari hasil pengukuran nilai kekerasan ini menunjukkan adanya hubungan peningkatan nilai kekerasan permukaan tiap sampel dengan suhu dan waktu pada proses precipitation hardening yang dilakukan. Dimana nilai kekerasan yang paling mendekati dengan nilai kekerasan Al 7075-T6 tanpa perlakuan panas yaitu Sampel Uji A5 yang dimana membutuhkan proses Precipitation Hardening dengan suhu 125°C selama 24 Jam sebaliknya nilai kekerasan terendah didapatkan pada sampel uji A2 dengan suhu *precipitation hardening* 115°C selama 22 jam.

3.3 Hasil Uji Tarik

Uji tarik ini mengacu pada standart ASTM E8/8M. Uji tarik ini dilakukan pada 15 buah sampel material uji Al 7075 dimana spesifiknya 3 buah sampel uji Al 7075-T6 tanpa perlakuan panas dan 12 buah sampel uji dengan perlakuan panas dengan perbedaan suhu pada saat *artificial aging* dan perbedaan waktu soak time pada saat *artificial aging*. Setelah dilakukannya pengujian tarik, data yang didapatkan dari mesin uji tarik berupa nilai beban maksimum sampel uji sebelum patah dan nilai perubahan panjang material setelah sampel uji tersebut patah. Setelah data didapatkan dari pengujian tarik langkah selanjutnya ialah mengolah data tersebut untuk mendapatkan nilai UTS (*ultimate tensile strength*) dan nilai regangan. Untuk mendapatkan nilai *ultimate tensile strength* dan regangan adalah dengan cara mengolah data hasil pengujian tarik menggunakan persamaan 2.1, 2.2 dan 2.3. Contoh pengolahan data untuk mendapatkan nilai UTS (*ultimate tensile strength*) dan nilai regangan dapat dilihat pada persamaan dibawah ini. Hasil pengujian tarik dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

$$P_{max} = m \times g$$

$$P_{max} = 582 \text{ kg} \times 9,8 \frac{m}{s^2}$$

$$P_{max} = 5703,6 \text{ N}$$

Setelah gaya maksimal didapatkan maka langkah selanjutnya adalah emcari nilai UTS (*ultimate tensile strength*). Contoh pengolahan data untuk mendapatkan nilai tegangan maksimal dapat dilihat dibawah ini.

$$\sigma_{ult} = \frac{P_{max}}{A}$$

$$\sigma_{ult} = \frac{5703,6 \text{ N}}{9,36 \text{ mm}^2}$$

$$\sigma_{ult} = 609,359 \text{ Mpa}$$

Contoh pengolahan data untuk mendapatkan nilai regangan dapat dilihat pada persamaan dibawah ini.

$$\epsilon = \frac{L1 - L0}{L0} \times 100\%$$

$$\epsilon = \frac{103,6 \text{ mm} - 99,67 \text{ mm}}{99,67 \text{ mm}} \times 100\%$$

$$\epsilon = 3,943 \%$$

Maka dari perhitungan diatas didapatkan data akhir perhitungan nilai UTS (*ultimate tensile strength*) dan nilai regangan sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Pengujian Nilai UTS

NO.	Kode Sampel	Sampel No.	Luas Area (mm)	Max Load (Kg)	Max Load (N)	UTS (Mpa)	Rata-Rata
1	A1	1	9,36	582	5703,6	609,359	585,27
		2	9,76	535	5243	537,193	
		3	9,04	562	5507,6	609,248	
2	A2	1	9,44	495	4851	513,877	517,05
		2	9,12	493	4831,4	529,759	
		3	8,96	464	4547,2	507,500	
3	A3	1	9,44	518	5076,4	537,754	533,61
		2	9,2	492	4821,6	524,087	
		3	9,2	506	4958,8	539,000	
4	A4	1	9,04	508	4978,4	550,708	556,47
		2	9,2	526	5154,8	560,304	
		3	9,6	547	5360,6	558,396	
5	A5	1	9,39	549	5380,2	572,971	573,41
		2	9,04	530	5194	574,558	
		3	9,36	547	5360,6	572,714	

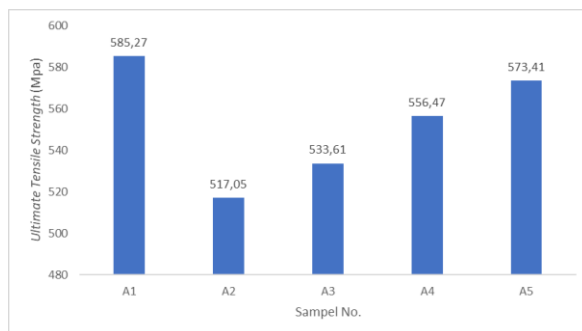
Tabel 3. Hasil Pengujian Nilai Regangan

NO.	Kode Sampel	Sampel No.	Lo (mm)	L1 (mm)	Nilai Regangan (%)	Rata-Rata
1	A1	1	99,67	103,6	3,943	3,658
		2	101,9	105,69	3,719	
		3	101,15	104,5	3,312	
2	A2	1	100,25	103,7	3,441	3,378
		2	101	104,3	3,267	
		3	100,7	104,15	3,426	
3	A3	1	101,3	104,8	3,455	3,432
		2	100,7	104,1	3,376	
		3	101	104,5	3,465	
4	A4	1	100,5	104,15	3,632	3,598
		2	101,3	104,9	3,554	
		3	101,15	104,8	3,609	
5	A5	1	100,95	104,7	3,715	3,678
		2	100,3	103,96	3,649	
		3	100,8	104,5	3,671	

Keterangan:

- A1 : Al 7075 tanpa perlakuan panas
- A2 : Al 7075 dengan Precipitation Treatment Suhu 115°C selama 22 jam
- A3 : Al 7075 dengan Precipitation Treatment Suhu 115°C selama 24 jam
- A4 : Al 7075 dengan Precipitation Treatment Suhu 125°C selama 22 jam
- A5 : Al 7075 dengan Precipitation Treatment Suhu 125°C selama 24 jam

Dari hasil pengamatan hasil uji nilai UTS (*ultimate tensile strength*) dan nilai regangan pada sampel uji Al 7075 didapatkan grafik nilai rata-rata sebagai berikut :



Gambar 5. Grafik Hasil Pengujian Nilai UTS

Dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3, Gambar Grafik 5 hasil pengujian tarik pada 15 buah spesimen uji tersebut. Setiap variabel menggunakan 3 spesimen uji yang dimana pada akhirnya nilainya akan dirata-ratakan dari semua hasil uji spesimen tersebut. Untuk nilai pengujian pada Al 7076-T6 tanpa perlakuan panas

didapatkan hasil rata-rata nilai UTS (*ultimate tensile strength*) sebesar 585,27 Mpa. Setelah dibandingkan dengan nilai yang didapatkan dengan 4 variabel lain yang dilakukan proses perlakuan panas, didapatkan bahwa Sampel Uji A5 memiliki nilai rata-rata UTS (*ultimate tensile strength*) sebesar 573,41 Mpa dimana nilai ini paling mendekati dengan nilai UTS (*ultimate tensile strength*) material uji Al 7075-T6 tanpa perlakuan panas. Sebaliknya sampel uji A2 memiliki nilai UTS (*ultimate tensile strength*) terendah dengan hasil uji sebesar 517,05 Mpa.

Untuk nilai regangan kita dapatkan setelah proses uji tarik selesai dan spesimen material uji patah maka akan didapatkan penambahan panjang pada spesimen uji. Dari pengukuran pertambahan panjang ini dapat ditentukan nilai regangan setiap sampel uji. Berdasarkan hasil Tabel 3 di atas didapatkan hasil pengukuran nilai regangan pada material uji A1 (Al 7075-T6 tanpa perlakuan panas) sebesar 3,943 %, 3,719 % dan 3,312 % dengan nilai rata-rata yang didapatkan sebesar 3,658 %. Hasil sampel uji A1 kemudian dibandingkan dengan hasil uji lainnya dengan perlakuan panas dengan suhu dan waktu yang berbeda-beda maka didapatkan hasil nilai regangan dari material sampel uji A5 memiliki nilai regangan terdekat dengan hasil nilai rata-rata sebesar 3,678 % dan kemudian diikuti dengan material uji A4 dengan nilai sebesar 3,598 %, kemudian A3 dengan nilai regangan sebesar 3,432 % dan yang terakhir sampel uji material A2 dengan nilai rata-rata sebesar 3,378 %.

Dari hasil diatas didapatkan bahwa setiap perbedaan suhu dan waktu yang dilakukan untuk proses artificial aging maka akan menghasilkan nilai UTS (*ultimate tensile strength*) dan nilai regangan yang berbeda-beda. Dan dari keempat perlakuan panas yang sudah dilakukan ditemukan perlakuan panas dengan sampel uji material A5 dengan suhu *artificial aging* sebesar 125°C, *soak time* selama 24 jam memiliki hasil uji nilai UTS (*ultimate tensile strength*) dan nilai regangan yang paling mendekati dengan sifat mekanik dari Al 7075-T6 tanpa perlakuan panas. Sebaliknya material uji A2 dengan suhu *artificial aging* sebesar 115°C, *soak time* selama 22 jam memiliki nilai UTS (*ultimate tensile strength*) dan nilai regangan yang paling jauh dengan sifat mekanik dari Al 7075-T6 tanpa perlakuan panas.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang dilakukan pada material sampel uji dapat disimpulkan bahwa:

1. Penentuan suhu dan lama waktu perlakuan panas pada proses precipitation treatment mempengaruhi sifat mekanik akhir dari material sampel yang di uji.
 2. Berdasarkan hasil nilai kekerasan didapatkan bahwa nilai kekerasan pada sampel uji A5 (suhu precipitation aging 125°C selama 24 jam) memiliki nilai paling mendekati dengan sifat mekanik Al 7075-T6 tanpa perlakuan panas. Sebaliknya nilai kekerasan sampel uji A2 (suhu precipitation aging 115°C selama 22 jam) memiliki nilai paling jauh dari sifat mekanik Al 7075-T6 tanpa perlakuan panas. Berdasarkan hasil nilai uji kekuatan Tarik didapatkan bahwa nilai UTS (ultimate tensile strength) dan nilai regangan pada sampel uji A5 (suhu precipitation aging 125°C selama 24 jam) memiliki nilai paling mendekati dengan sifat mekanik Al 7075-T6 tanpa perlakuan panas. Sebaliknya nilai kekerasan sampel uji A2 (suhu precipitation aging 115 °C selama 22 jam) memiliki nilai paling jauh dari nilai UTS (ultimate tensile strength) dan nilai regangannya. Dari hasil diatas dapat disimpulkan bahwa secara menyeluruh perlakuan panas yang paling efektif untuk mencapai sifat mekanik yang paling mendekati dan sama dengan sifat mekanik Al 7075-T6 tanpa perlakuan panas yaitu dengan proses solution treatment dengan suhu 490°C dengan soaking time selama 30 menit kemudian dilakukan quenching secara cepat dengan air, kemudian dilanjutkan dengan melakukan proses precipitation hardening dengan suhu 125°C dengan soaking time selama 24 jam dan diakhiri dengan pendinginan spesimen dalam suhu ruang.
- Available:
<http://ejurnal.ubharajaya.ac.id/index.php/JKI>
- [5] Daryus, "Pengaruh Heat Treatment Pada Sifat Logam," 2009.
 - [6] Narayana, "Fatigue Life Estimation Of Rear Fuselage Structure Of An Aircraft," *Int J Res Eng Technol*, vol. 04, no. 07, pp. 347–354, Jul. 2015, doi: 10.15623/ijret.2015.0407056.
 - [7] A. Naafila, A. Purnowidodo, H. Setyarini, D. Jurusan, and T. Mesin, "Pengaruh Waktu Solution Treatment Terhadap Kekuatan Tarik Aluminium Paduan AA 7075-T6," 2019.
 - [8] S. Risqi Adikaning Rani and S. Nurrahmi, "Metode Heat Treatment Pada Pengujian Kekerasan Logam Aluminium Dengan Variasi Media Pendingin," 2021. [Online]. Available: <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/sainfis>
 - [9] Detech, "Tensile Test," 2020. <https://www.detech.co.id/tensile-test/> (accessed Sep. 23, 2022).
 - [10] Alatuji.com, "Uji Kekerasan Rockwell dan Penggunaannya," 2021. <https://www.alatuji.com/article/detail/659/uji-kekerasan-rockwell-dan-penggunaannya> (accessed Sep. 23, 2022).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Boeing, "Manual Boeing Structure Repair," 2022
- [2] D. Callister, *Materials Science And Engineering*. Hachette Livre - Département Pratique, 2018.
- [3] Asrimaida, "Studi Pengaruh Temperatur Media Quench Dan Proses Aging Pada Proses Pengerasan Presipitasi Terhadap Sifat Kekerasan Paduan Aluminium 7075 Dan 7050," 2000.
- [4] Budiarto, D. Antonius, and B. Ardiana Putra, "Analisis Pengaruh Waktu Artificial Age Terhadap Kekerasan, Densitas Dan Struktur Kristal Paduan Aluminium (7075) Untuk Bahan Sirip Roket," 2020. [Online].