

# Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Kekerasan Paduan Aluminium 7075

Irfan Fadhilah

Program Studi Teknik Metalurgi, Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan, Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganeca 10 Bandung 40132, Indonesia  
fadhilahirfan48@gmail.com

**Abstract.** Praktikum modul 3 ini bertujuan untuk menghitung kekerasan pada paduan aluminium setelah paduan diberi perlakuan panas dan menganalisis efek dan hubungan antara perlakuan panas dengan kekerasan paduan. *Heat treatment* adalah suatu proses pemanasan dan pendinginan terkontrol, dengan tujuan merubah sifat fisik dan mekani suatu benda. Pada praktikum ini paduan Aluminium diberikan 4 perlakuan yang berbeda, paduan pertama tidak diberi perlakuan panas, paduan kedua dimasukkan ke tanur yang sudah dipanaskan 500°C ditahan selama beberapa menit, lalu di *quenching*, paduan ketiga dimasukkan ke tanur tanur yang sudah dipanaskan 500°C ditahan selama beberapa menit, lalu didinginkan dengan dibiarkan pada temperatur kamar (*Air cooling*), dan paduan keempat tanur yang sudah dipanaskan 500° C ditahan selama beberapa menit, lalu diturunkan secara gradien dengan tanur sampai 150° C lalu di *quenching*. Setelah diberi perlakuan panas lalu keempat spesimen diukur kekerasannya dengan *Vickers Hardness Test Machine*. Setelah diukur kekerasannya kita dapat memperoleh hubungan antara perlakuan panas dengan kekerasan paduan yang berkaitan dengan sifat mekanik paduan tersebut.

**Kata kunci :** perlakuan panas, kekerasan

## 1. Pendahuluan

Heat treatment atau perlakuan panas adalah proses pemanasan dan pendinginan suatu logam dengan tujuan merubah sifat fisik dan mekanik tanpa merubah bentuknya [1]. Perlakuan panas merupakan suatu mekanisme untuk menguatkan material, dan membentuk beberapa sifat mekanik seperti meningkatkan kemudahan untuk dibentuk [1]. Proses dari perlakuan panas melibatkan pemanasan dan pendinginan, biasanya digunakan temperatur yang tinggi untuk mencapai hasil yang diinginkan [1]. Beberapa contoh perlakuan panas yang umum adalah *hardening*, *tempering*, dan *annealing* [1]. Untuk setiap paduan ada kaitannya antara kecepatan pendinginan dengan sifat mekanik [2]. Seperti pada perlakuan panas pada baja, pembentukan struktur martensite pada baja akan membuat baja lebih keras [2]. Pada baja martensite dibentuk dengan cara perlakuan panas *quenching* (pendinginan cepat dengan media tertentu) dari austenite [2]. Lalu jika didinginkan dengan kecepatan dan cara yang berbeda maka bisa terbentuk pearlite dan bainite yang mempunyai struktur dan sifat berbeda dari martensite. Dari analogi itu itu bisa disimpulkan bahwa perbedaan kecepatan pendinginan menyebabkan perubahan mikrostruktur lalu perubahan mikrostruktur dapat menyebabkan perubahan sifat mekanik dari material.

Alat yang digunakan untuk memanaskan paduan adalah furnace (tanur). Tanur yang digunakan adalah jenis *electric arc furnace* (EAF). EAF terbagi jadi 2 jenis berdasarkan sumber energi listriknya yaitu DC EAF dan AC EAF [3]. Prinsip timbulnya panas pada tanur busur api adalah panas timbul akibat adanya tahanan (resistansi) saat arus listrik mengalir[3]. Dalam hal ini, logam yang dimuatkan dalam tanur yang akan memberikan tahanan terhadap arus listrik[3]. Saat logam mencair, terak akan memberikan tahanan pada aliran arus listrik[3]. Untuk mempertahankan pemberian panas saat logam telah mencair, elektroda harus diangkat sehingga elektroda tersebut hanya menyentuh permukaan lapisan terak[3]. Panas dihasilkan oleh loncatan electron (busur api) dengan aliran listrik dengan adanya aliran listrik ini maka, akan menimbulkan aliran induksi dalam cairan yang akan menyebabkan terjadinya gerak cairan, sehingga homogenisasi cairan dapat terjadi [3].

Setelah mengalami *heat treatment* paduan akan diuji sifat mekaniknya. Kekerasan merupakan salah satu sifat mekanik dari material. Kekerasan adalah ketahanan material terhadap *localized plastic deformation* seperti goresan [2]. Pada awalnya tes kekerasan berdasarkan pada kemampuan suatu material untuk dapat menggores material lain yang lebih lunak, seperti pada skala Mohs [2]. Sebuah teknik kuantitatif baru untuk mengukur kekerasan telah dikembangkan, dengan membuat indenter kecil pada material yang akan diuji dengan laju dan pembebanan yang dapat dikontrol [2]. Kedalaman dan ukuran dari hasil indenter kecil tersebut diukur dan dapat dikonversi menjadi kekerasan [2]. Salah satu alat yang memakai teknik ini adalah *Vickers Hardness Test*. Alat tersebut bekerja dengan cara menekan indenter intan yang memiliki geometri belah ketupat ke permukaan dari spesimen [2]. Hasil indentasi tersebut adalah sebuah lubang berbentuk belah ketupat atau layang layang, yang akan diamati di bawah mikroskop dan diukur lalu dikonversi menjadi kekerasan (HV) [2].

## 2. Metode Percobaan

### 2.1 Alat dan Bahan

#### 2.1.1 Alat

1. Furnace
2. Vickers Hardness Test
3. Crucible
4. Ember berisi air
5. Pencapit

#### 2.1.2 Bahan

1. Spesimen Uji (Al Alloy 7075 4 buah)
2. Amplas

### 2.2 Prosedur Percobaan

#### 2.2.1 Preparasi sampel

Spesimen yang telah diber diampelas terlebih dahulu dari grid yang paling kecil (kasar) sampai ke grid yang paling besar (halus). Pengamplasan bertujuan untuk agar spesimen dapat berdiri tegak dan menghaluskan permukaan spesimen sehingga mudah diamati ketika tes kekerasan.

#### 2.2.2 Heat Treatment

Pertama tama tanur dinyalakan, lalu masukkan C1;t1,C2;t2 dan seterusnya untuk mengatur waktu dan panas yang diinginkan. Ingat saat mengeset suhu dan waktu sesuaikan dengan spesifikasi tanur, karena setiap tanur memiliki suhu maksimum dan kecepatan kenaikan suhu maksimum. Beri nama 3 sampel dengan A,B dan C, lalu setelah suhu tanur sudah mencapai 500°C masukkan ketiga spesimen dan tunggu hingga 45 menit. Lalu setelah 45 menit sampel A dan B dikeluarkan, dan sampel C dilakukan furnace cooling sampai 150°C lalu diquenching. Sementara sampel A setelah dikeluarkan langsung diquenching dengan dimasukkan ke dalam air, dan sampel B dibiarkan dingin (*Air cooling*).

### 2.2.3 Uji Kekerasan

Sampel D akan diuji kekerasannya terlebih dahulu, karena sampel D merupakan sampel yang tidak diberi perlakuan panas. Mula mula nyalakan alat *Vickers Hardness Test*. Lalu nyalakan lampu alat dan letakkan sampel pada meja. Lalu atur posisi spesimen agar permukaan sampel terlihat jelas di lensa. Setelah terlihat permukaannya maka ganti lensa dengan indentor intan, lalu klik run untuk mulai mengindentasi, setelah indentasi selesai maka carilah dengan lensan bentuk layang layang atau belak ketupat. Lalu ada 2 garis pada lensa atur posisi kedua garis tersebut agar sesuai dengan panjang diagonal belah ketupat tersebut, lakukan secara horizontal dan vertikal. Setelah diukur lalu klik save dan alat akan mengukur kekerasan sampel, dan bandingkan antara hasil di alat dan hasil secara perhitungan. Cara yang sama juga untuk spesimen A,b dan C.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil percobaan modul 3 didapat data dan hasil sebagai berikut :

| Sampel | HV    | HV rata-rata | d1     | d2     | HV teoritis | HV teoritis rata-rata |
|--------|-------|--------------|--------|--------|-------------|-----------------------|
| A      | 34,9  | 48,27        | 101,37 | 104,69 | 34,95       | 48,31                 |
|        | 50,6  |              | 83,17  | 88     | 50,67       |                       |
|        | 59,3  |              | 81,02  | 77,2   | 59,30       |                       |
| B      | 52    | 53,47        | 88,25  | 80,63  | 52,12       | 53,63                 |
|        | 53,9  |              | 80,7   | 85,2   | 53,94       |                       |
|        | 54,5  |              | 88,88  | 76,11  | 54,83       |                       |
| C      | 46,3  | 49,99        | 89,45  | 89,53  | 46,31       | 50,11                 |
|        | 60,06 |              | 78,28  | 78,38  | 60,45       |                       |
|        | 43,6  |              | 93,43  | 91,08  | 43,58       |                       |
| D      | 51,6  | 50,23        | 87,59  | 82,01  | 51,63       | 50,28                 |
|        | 49,8  |              | 83,88  | 88,65  | 49,88       |                       |
|        | 49,3  |              | 86,66  | 86,77  | 49,32       |                       |

Tabel 1. Data hasil pengamatan dan perhitungan HV

Contoh perhitungan

Untuk sampel A pada pengamatan pertama

Mencari HV Teoritis

$$\begin{aligned}
 HV &= \frac{1,8544F}{d1 \cdot d2} \\
 &= \frac{1,8544 \cdot 0,2 \text{ kgforce}}{101,37 \cdot 104,69 \cdot 10^{-6}} \\
 &= 34,95
 \end{aligned}$$

Mencari HV Teoritis Rata-Rata

$$\begin{aligned}
 \text{HV Teoritis Rata-Rata} &= \frac{34,95+50,67+59,30}{3} \\
 &= 48,31
 \end{aligned}$$

Perlakuan panas suatu logam dapat mengubah sifat mekaniknya. Hal itu terjadi karena ketika dipanaskan atom-atom terurai, dan ketika didinginkan dengan kecepatan tertentu maka atom akan menyusun kembali dan jika waktu menyusun kembalinya tidak cukup maka akan terbentuk struktur baru. Salah satu jenis perlakuan panas adalah *annealing*. *Annealing* adalah perlakuan panas yang dilakukan setelah paduan dilakukan cold work. *Annealing* bertujuan untuk menghilangkan residual stress dan kepadatan dislokasi hasil dari cold work strain hardening, melunakkan logam hasil cold working, meningkatkan ukuran butir, merapikan struktur butir dan meningkatkan keuletan. Material hasil *annealing* biasanya bersifat ulet, kurang keras dan kuat. *Quenching* adalah proses mendinginkan dengan cepat dengan menggunakan media tertentu. *Quenching* bertujuan untuk mengeraskan material, namun material hasil *quenching* cenderung getas. Karburisasi merupakan perlakuan panas pada besi yang dipanaskan sampai temperatur lelehnya, lalu karbon akan dimasukkan melalui difusi. Karburisasi berguna untuk pengerasan permukaan (*case hardening*) biasanya untuk aplikasi gir motor. Sehingga bagian *case* nya akan bersifat keras dan bagian dalamnya akan tetap kuat dan lebih lunak daripada bagian luar.

Paduan Al 7075 merupakan salah satu paduan seri Al 7xxx yang dikenal sebagai seri terkuat dari paduan Aluminium. Paduan antara Aluminium dan 5,6% Zinc (dominan) sisanya mengandung 2,5% Magnesium, 1,6% Tembaga dan 0,2% Kromium. Paduan ini adalah jenis paduan terkuat di antara semua paduan Al. Karena kekuatannya dan ketahanan terhadap korosi, maka paduan ini banyak dipakai di bagian pesawat terbang, terutama pada bagian yang membutuhkan beban lebih.

Salah satu teknik dari perlakuan panas adalah *annealing* dan *tempering*. *Annealing* adalah perlakuan panas setelah logam mengalami cold work, *annealing* dapat melunakkan logam hasil cold work, dan meningkatkan keuletan dengan cara memanaskannya sampai temperatur tertentu lalu menahannya pada temperatur tersebut agar kristal menyusun kembali, lalu didinginkan dengan kecepatan yang lambat. *Annealing* merupakan tahap primer dari treatment sementara *tempering* merupakan tahap sekunder. Selain itu pada *tempering* dilakukan pendinginan secara bertahap dengan tujuan untuk menambah kepadatan, kekuatan dan kelenturan.

Pada *annealing* dilakukan 3 tahap. Yang pertama yaitu tahap pemulihan atau *recovery*. Pada tahap ini logam dipanaskan sampai temperatur dibawah temperatur rekristalisasinya, lalu atom-atom yang semula menyusun tidak teratur mulai menyusun kembali dan membentuk kristal, kepadatan dislokasi menurun, kekerasan menurun dan *residual stress* juga menurun. Proses selanjutnya adalah proses rekristalisasi. Proses ini adalah proses dimana pembentukan kembali struktur-struktur butir. Proses ini berlangsung pada temperatur rekristalisasi dan mengakibatkan terbentuknya butir-butir baru yang lebih teratur. Proses terakhir adalah proses pertumbuhan butir. Proses ini terjadi diatas temperatur rekristalisasi, dan pada proses ini butir-butir yang sudah menyusun rapih akan tumbuh dan membesar.

Salah satu alat yang memakai teknik ini adalah *Vickers Hardness Test* (VHT). Alat tersebut bekerja dengan cara menekan indentor intan yang memiliki geometri belah ketupat ke permukaan dari spesimen [2]. Hasil indentasi tersebut adalah sebuah lubang berbentuk belah ketupat atau layang-layang, yang akan diamati di bawah mikroskop dan diukur diagonal diagonal lubang tersebut, lalu dikonversi menjadi kekerasan (HV) dengan alat maupun secara teoritis [2].

Dari hasil praktikum tersebut, didapat data data kekerasan dari spesimen yang diukur menggunakan alat dan diukur secara teoritis. Hasil teoritis dengan hasil yang ditampilkan oleh VHT tidak berbeda jauh. Perbedaan tersebut mungkin diakibatkan oleh permukaan sampel yang tidak rata/kurang diampas sehingga indentor intan tidak bisa mengindensi sampel dengan baik, selain itu faktor kesalahan pengukuran dan pengelihatn juga bisa mempengaruhi hasil. Jika diurutkan, material yang paling keras adalah sampel B, sampel D, sampel C dan sampel A. Dari hasil percobaan yang paling keras adalah sampel hasil Air Cooling. Namun secara teoritis material yang paling keras seharusnya adalah sampel A, sampel C, sampel B dan sampel D. Perbedaan hasil tersebut mungkin diakibatkan oleh perbedaan komposisi dan perlakuan paduan sebelumnya.

## 4. Kesimpulan dan Saran

### 4.1. Simpulan

Sampel yang memiliki tingkat kekerasan (HV) tertinggi adalah sampel B yang didinginkan dengan cara *air cooling*, sampel D yang tidak diberi perlakuan panas, sampel C yang didinginkan dengan cara *furnace cooling* sampai 150° lalu di *quenching* dan sampel A yang didinginkan dengan cara *quenching*. Hubungan antara perlakuan panas dengan kekerasan berkaitan dengan hubungan perlakuan panas dengan sifat mekanik. Karena perlakuan panas dapat menyebabkan perubahan mikrostruktur, dengan berubahnya mikrostruktur maka sifat mekanik pun dapat berubah.

### 4.2. Saran

1. Sebaiknya tanur diperbaiki, agar praktikum berjalan dengan lancar
2. Sebaiknya tanur diganti dengan tanur yang mampu menaikkan suhu dengan cepat agar praktikum lebih cepat
3. Sebaiknya alat VHT diperbanyak unitnya agar mempersingkat waktu

## 5. References

[1] <http://www.brighthubengineering.com/manufacturing-technology/30476-what-is-heat-treatment/> diakses pada Rabu, 26 April 2017 pukul 22:32 WIB

[2] Callister, William D. Rethwisch, David G. 2010. *Material Science and Engineering An Introduction, Eighth Edition*. New York : John Wiley & Sons, Inc.

[3] <https://www.electrical4u.com/electric-furnace/> diakses pada Selasa, 25 April 2017 pukul 21:00 WIB

## 6. Lampiran



Gambar 1. Tanur Listrik



Gambar 2. Vickers Hardness Test



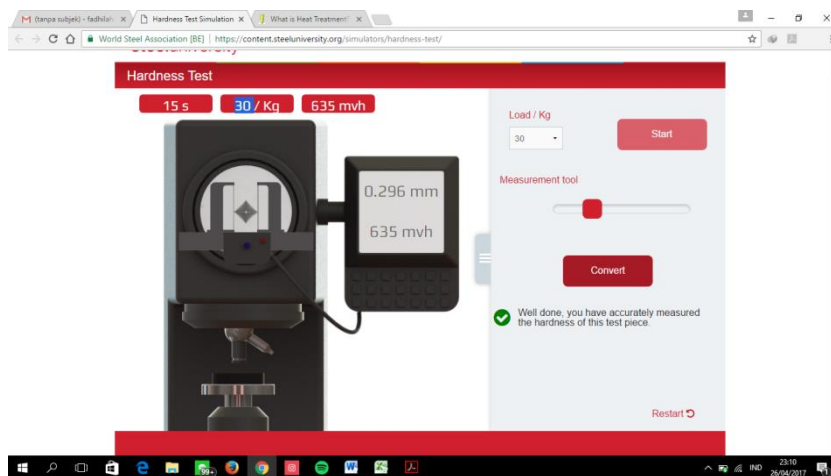
Gambar 3. Hasil lubang indetor intan  
Pada alat VHT



Gambar 4. Proses pengambilan sampel  
yang telah dipanaskan



Gambar 5. Hasil pengukuran VHT



Gambar 6. Hasil simulasi dari *steeluniversity*  
Untuk baja HSLA