



## **ANALISA KEKUATAN BAJA PROFIL L MENGGUNAKAN METODE HARDENING DENGAN PENGUJIAN *HARDNESS* DAN *MICRO* MENGGUNAKAN VARIASI WAKTU TAHAN DAN MEDIA PENDINGIN**

**Elang Damai Alif Syahputra, Maula Nafi**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia  
email: [damaialif30@gmsil.com](mailto:damaialif30@gmsil.com)

### **ABSTRAK**

Penelitian mengenai analisa kekuatan profi baja menggunakan metode hardening ini dilakukan dengan menggunakan benda uji profil baja L. benda uji di panaskan menggunakan metode hardening menggunakan suhu temprratur 800°C dengan variasi waktu tahan 15 menit, 18 menit, dan 20 menit. Juga menggunakan variasi media pendingin menggunakan air, oli dan udara. Setelah di lakukanya perlakuan panas, benda uji akan di uji penggunaan pengujian hardnes. Dan di uji struktur mikronya. Dari data yang di dapat proses hardening mempengaruhi sifat mekanik pada suatu spesimen baja profil L. mampu meningkatkan kekerasan spesimen. Kekerasan bertambah setelah di lakukanya proses pemanasan hardening. Dimana harga terendah kekerasan terdapat pada spesimen tanpa perlakuan. Dan harga tertinggi terdapat pada spesimen setelah di beri perlakuan. Dari pengujian kekerasan dapat disimpulkan bahwa semakin lama pemanasan tidak selalu makin keras suatu spesimen. Karena pendinginan dan juga waktu tahan juga mempengaruhi nilai kekerasan suatu spesimen. Dari hasil struktur mikro yang telah diamati menggunakan mikroskop yaitu spesimen memiliki struktur yan berbeda-beda, tergantung suhu pemanasan dan dengan variasi pendingin dan waktu tahan yang berbeda-beda. Perbedaan struktur mikro ini juga mempengaruhi kekerasan suatu spesimen.

**Kata kunci:** baja profil L, hardening, waktu tahan, tempratur suhu, media pendingin, uji hardness, struktur mikro.

### **ABSTRACT**

*Research on the analysis of steel profile strength using the hardening method was carried out using L steel profile specimens. The specimens were heated using the hardening method using a temperature of 800°C with variations in holding times of 15 minutes, 18 minutes, and 20 minutes. Also using a variety of cooling media using water, oil and air. After the heat treatment is carried out, the test object will be tested using hardnes testing. And tested the microstructure. ss of the specimen. Hardness increases after the hardening heating process is carried out. Where the lowest value of hardness is found in untreated specimens. And the highest value is found in the specimen after being given treatment. From the hardness test, it can be concluded that the longer the heating, the harder the specimen is. Because cooling and holding time also affect the hardness value of a specimen. From the results of the microstructure that has been observed using a microscope, the specimens have different*

structures, depending on the heating temperature and with different variations of cooling and holding time. This difference in microstructure also affects the hardness of a specimen.

**Keywords:** : *L profile steel, hardening, holding time, temperature, cooling medium, hardness test, microstructure.*

## PENDAHULUAN

Dalam perkembangan baja di dunia industry saat ini banyak masyarakat didorong untuk menggunakan unsur baja karbon rendah, baja juga banyak digunakan untuk membuat bahan baku jadi dan baja memiliki unsur utama karbon dan besi yang mampu dipadukan dengan unsur lain yang nantinya dapat menaikkan sifat keras yang mampu merubah pembentukan ferit dan perit.

Baja karbon rendah biasanya banyak dipakai untuk dunia industry karena baja memiliki sifat yang mudah dibentuk dengan proses *heat treatmen* yang dapat menukar sifat baja dari gampang patah menjadi lebih kuat, baja yang sudah dikeraskan akan mengalami sifat rapuh dan ini kan sangat cocok digunakan untuk metode *hardening*.

Peningkatan ilmu material berkembang pesat seiring kemajuan mekanis di planet ini. Perkembangan ilmu material erat kaitannya dengan kerumitan kebutuhan manusia. Komposit dan senyawa yang berbeda diberikan, bergantung pada kemampuan dan alasan untuk dicapai. Salah satu kombinasi yang banyak digunakan dalam perakitan barang adalah baja karbon rendah. Baja karbon rendah adalah amalgam yang mengandung karbon rendah dan besi sebagai bagian utamanya. Sampai sekarang, banyak usaha bergantung pada pengaturan lembaran baja berkekuatan tinggi. Kekuatan baja tidak terbatas pada, karena terus dipengaruhi oleh sifat material dengan ekstensi yang berkurang (Sari, 2017).

Baja profil L di beri perlakuan panas *hardening* dengan suhu 800°C menggunakan furnace dengan variasi waktu tahan 15 menit, 18 menit, 20 menit. Dan dengan pendingin yang berbeda yaitu air, oli dan udara. Kemudian spesimen di uji menggunakan pengujian kekerasan dan di lihat struktur mikro untuk melihat pertambahan kekerasan dan perubahan struktur mikro setelah di beri perlakuan panas

dengan variasi waktu tahan dan pendingin yang berbeda

## Baja Karbon

Baja adalah salah satu jenis logam paduan yang komponen utamanya adalah besi. Karbon dalam baja adalah antara 0,2% dan 2,1%. Karbon berfungsi sebagai elemen pengerasan. Paduan lain yang ditemukan dalam baja selain karbon adalah mangan, kromium, vanadium dan nikel. Di sisi lain, menambahkan karbon dapat membuat karbon rapuh dan mengurangi keuletan.

## Baja Karbon Rendah (< 0,2 % C )

Baja karbon rendah (baja karbon rendah) mengandung karbon di bawah 0,2% dalam campuran baja karbon. Persiapan ini memiliki tahap dan struktur mikro ferit dan perlit. (Aziz, 2016)

## Heat Treatmeant

Menurut Zamroji (2018) perlakuan panas (*heat treatmen*) yaitu proses dimana melakukan pengubahan dari sifat logam melalui cara pengubahan struktur mikro dengan melakukan proses perlakuan panas tanpa merubah komposisi logam. Dilakukanya proses pemanasan ini adalah untuk mendapatkan hasil sifat logam yang di inginkan. perubahanya bisa menyeluruh atau sebagian dari logam. Sifat yang menyebabkan munculnya variasi struktur micro dari logam adalah sifat *alotropik*. Arti dari *alotropik* yaitu transformasi dari satu bentuk susunan atom ke bentuk susunan atom yang lain.

## Diagram Fasa Fe-Fe<sub>3</sub>C

Diagram fase besi karbida adalah diagram perlakuan panas yang akan digunakan sebagai panduan untuk untuk melaku kan pengujian. Diagram menunjukkan sifat-sifat yang berbeda dari bahan. Sifat bahan dipengaruhi oleh suatu aplikasi dan komposisi paduan. Penambah persentase karbon akan membuat sifat material menjadi lebih kaku dari sebelumnya. Secara teori, paduan besi dan karbon dapat membentuk paduan besi dan baja. Sifat-sifat logam yang menyusun secara skematis didasarkan pada sifat-sifat cairan, austenitik, ferit, besi delta, dan ciderit.

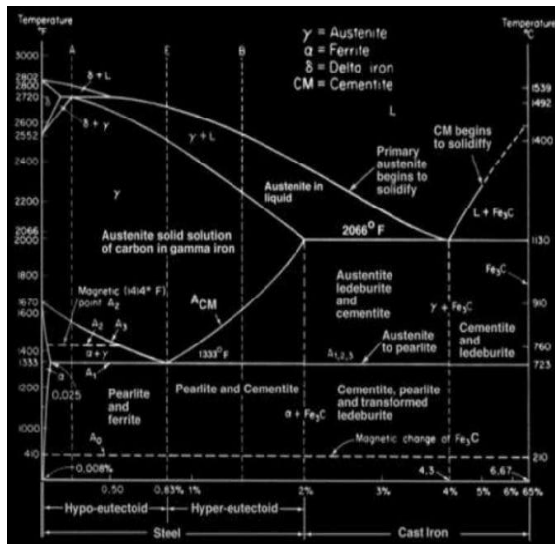


Diagram Fasa Fe-Fe<sub>3</sub>C

(<http://eprints.unpam.ac.id/6313/3/BAB II.pdf>)

Penjelasan diagram fasa :

Pada kadar karbon hingga 6,67%, terbentuk struktur mikro yang disebut sementit Fe<sub>3</sub>C (garis vertikal paling kanan). Sifat-sifat beton sangat keras dan sangat lemah.

Di bagian kiri gambar, sangat sedikit karbon yang membengkai konstruksi ferit yang sangat halus pada suhu kamar. Dalam preparasi dengan kandungan karbon 0,83%, perlit dibentuk sebagai struktur mikro, dan kondisi suhu dan kandungan karbon ini dikenal sebagai titik eutektoid.

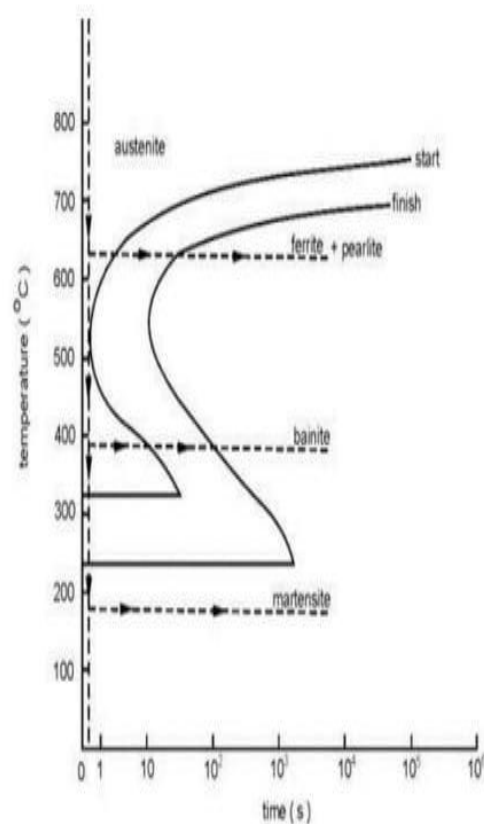
Pada karbon baja rendah karbon hingga titik eutektoid, maka terbentuk mikrostruktur yang merupakan campuran ferit dan perlit.

Baja dengan kandungan titik eutektoid hingga 6,67%, bentuk struktur mikronya merupakan kombinasi antara perlit dan sementit.

Ketika didinginkan dari titik leleh baja karbon rendah, akan membentuk mikrostruktur Delta Ferrite dan kemudian struktur mikro Austenit. Dalam baja karbon tinggi, titik leleh menurun seiring dengan peningkatan kandungan karbon, mengubah langsung dari cair menjadi austenitik.

## Pendinginan Tidak Menerus

Kapan baja didinginkan dari suhu tinggi dandisimpan pada suhu rendah untuk jangka waktu tertentu, baja mengembangkan berbagai mikro. Hal ini dapat dikonfirmasi dalam diagram konversi isothermal di bawah ini.



Gambar diagram Isothermal Transformation diagram

penjelasan tentang diagram :

- Model grafik tergantung pada komposisi unsur kimia, yaitu kandungan karbon dalam baja.
- Untuk baja dengan kandungan karbon kurang dari 0,83% ditahan pada di beberapa titik dan terletak di bagian atas kurva-C, itu akan memberikan struktur perlit dan ferit.
- Jika suhu dipertahankan di beberapa titik di bagian bawah kurva C tetapi tetap pada di bagian atas horizontal, itu akan

memiliki struktur mikro Bainite (lebih keras dari perlit).

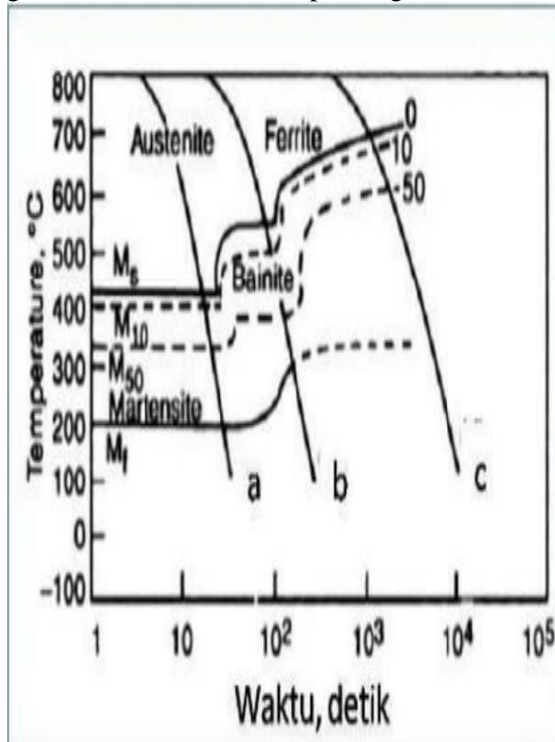
d). Jika suhu dipertahankan di sesuatu tempat berada di bawah pada garis yang horizontal, itu akan memiliki struktur martensit (sangat keras dan rapuh).

e). Jika semakin tinggi kandungan pada unsur karbon, kedua kurva C akan berpindah geser ke kanan

f). Ukuran butir sangat dipengaruhi oleh suhu pemanasan yang tinggi, semakin lama waktu pemanasan dan pembakaran maka butir semakin besar

### Pendinginan Terus Menerus

Pada kenyataannya, pendinginan baja terus menerus dari suhu tinggi ke rendah. Pengaruh laju pendinginan kontinu terhadap mikrostruktur yang terbentuk dapat dilihat dari gambar sakelar pendingin kontinu.



Gambar Continuous Cooling Transformation Diagram

Penjelasan diagram :

Garis pendinginan (a) menunjukkan pendinginan kontinu sangat cepat sebesar dari suhu austenitik sekitar 920 °C hingga suhu 200 °C. Laju pendinginan yang cepat ini menyebabkan fase austenitik terurai menjadi martensit Fase austenitik akan dimulai terurai menjadi martensit pada Ms, awal dari martensit. Sedangkan bagian akhir dari Saat pendinginan mencapai Mf, pembentukan martensit selesai., martensit menyelesaikan.

Kurva pendinginan (b) menunjukkan pendinginan

kontinu pada laju media/refrigeran dari suhu 920 °C hingga 250 °C. Pada laju pendinginan kontinu ini, fasa austenitik terurai menjadi struktur bainitik.

Pembentukan martensit berakhir saat pendinginan mencapai. Kurva pendinginan (c) menunjukkan pendinginan terus menerus pada laju pendinginan lambat dari 920 °C hingga 250 °C. Pendinginan lambat ini menguraikan fasa austenit menjadi fasa ferit dan fasa ferit.

### Pengujian Kekerasan

Menentukan nilai kekerasan material. dalam aplikasi bahan manufaktur diuji sebagai studi tentang dua pertimbangan sebagai karakteristik dan analisis material baru Kualitas untuk memastikan bahan sampel menetapkan spesifikasi kualitas tertentu. Kekerasan husus untuk materi yang dalam, Anda perlu mengetahui materinya pemakaiannya mengalami gesekan (*friction force*), Bidang sains memainkan peran penting dalam hal ini Penelitian adalah ilmu teknik material (metalurgi rekayasa)

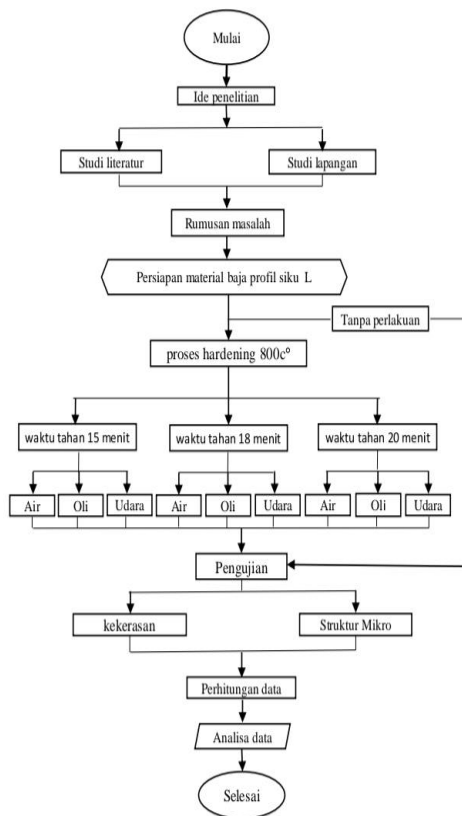
### Rockwell

Uji kekerasan Rockwell adalah yang paling umum digunakan di Amerika Serikat. Ini cepat, bebas kesalahan, dan dapat membedakan antara sedikit perbedaan kekerasan dan ukuran lekukan kecil dari baja yang dikeraskan, sehingga dapat menguji kekerasan tanpa merusak bagian yang telah mengalami perlakuan panas lengkap. .. Tes ini menggunakan kedalaman lekukan di bawah pembebanan terus menerus untuk mengukur kekerasan. Pertama, beban ringan 10 kg ((beban ringan)) diterapkan untuk menempatkan benda uji. Selanjutnya, beban besar (beban utama) diterapkan, kedalaman lekukan dicatat secara otomatis oleh pengukur dan nomor kekerasan ditampilkan. Indentor umumnya hampir berbentuk lingkaran dan menggunakan kepalan kerucut berlian 120 ° dengan puncak yang disebut kepalan Brale dan bola baja memiliki diameter 1/16 inci dan 1/8 inci. Beban maksimum yang digunakan adalah 60, 100, dan 150 kg.

## Penelitian Sebelumnya

Penelitian sebelumnya (Nila Nurlila, 2019) tentang pengaruh perlakuan panas hardening dengan suhu pemanasan paling besar  $880^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit didapatkan nilai kekerasan dengan media pendingin oli sebesar 79,35 dan dengan pendinginan air garam sebesar 82,15. Oleh karena itu, pada penelitian kali ini menggunakan profil baja karbon rendah L yang dipanaskan pada suhu  $800^{\circ}\text{C}$  dengan waktu tahan selama 20 menit, lalu di *quenching* dengan media pendingin oli, air garam, dan udara.

## ALUR PENELITIAN



Gambar Diagram Alir

## Proses Perlakuan Panas Hardening

Setelah benda uji telah di siapkan, langkah selanjutnya adalah proses hardening. Dimana benda uji akan dipanaskan di dalam dapur pemanasan. Benda uji dipanaskan dengan temperatur suhu derajat  $800^{\circ}\text{C}$ . dimana dengan waktu tahan yang bervariasi. Diantaranya yaitu 15

menit, 18 menit, dan 20 menit. Kemudian didinginkan dengan cepat dengan variasi pendinginan. Yaitu menggunakan media pendingin oli, air, dan udara.

Proses perlakuan panas pengujian ini dilakukan di laboratorium. Setelah mengatur temperatur suhu dan variasi waktu tahan yang telah ditentukan. Kemudian didinginkan dengan variasi pendingin. Adapun tahap proses hardening sebagai berikut :

1. Mempersiapkan benda uji yang akan dipanaskan
2. Masukkan benda uji ke dapur pemanas
3. Mengatur temperatur sampai  $800^{\circ}\text{C}$
4. Melakukan waktu tahan 15 menit, 18 menit, dan 20 menit
5. Matikan dapur pemanasan
6. Kemudian didinginkan dengan cepat dengan variasi pendingin air, oli, udara.

## Pengujian Kekerasan

Uji kekerasan Rockwell adalah pengujian dimana permukaan benda uji ditekan dengan indenter. Penekanan indenter dicapai dengan menekan preload (beban kecil), kemudian menambahkan beban utama (beban besar), dan kemudian melepaskan beban utama sambil mempertahankan beban kecil.

## Cara pengujian kekerasan rockwell

Metode Rockwell didasarkan pada uji kekerasan dengan menekan indenter pada permukaan logam yang rata dan bersih dengan gaya tekan tertentu. Setelah gaya lekukan ditelusuri kembali ke gaya sekunder, nilai kekerasan Rockwell, yang dihitung dari diameter lekukan atau pengukuran diagonal, adalah kedalaman lekukan yang dihasilkan. Hal inilah yang membuat metode Rockwell berbeda dengan metode uji kekerasan lainnya. Ada tiga tes Rockwell yang umum digunakan: HRA, HRB, dan HRC. HR sendiri merupakan singkatan dari Rockwell hardness atau angka kekerasan Rockwell, terkadang disingkat dengan huruf R.

## Struktur Mikro

Material di lakukan dengan proses etsa dengan cairan nital yang berkomporsi  $\text{HNO}_3$  2% dan alkohol 98%. Proses ini di lakukan pada area yang akan di uji mikro. Pengolesan di diamkan hingga sampai benda uji yang di olesi berubah warna tampak ke abuan. Kemudian bilas dengan menggunakan air murni untuk menghilangkan bekas larutan nital agar pada saat pengamatan tidak mengganggu yang di sebabkan oleh korosi. Kemudian benda uji diamati struktur mikronya lalu di foto. Material diamati dengan menggunakan alat mikroskop.

## Matriks Penelitian

Jumlah penelitian ada 12 spesimen yaitu 3 spesimen pengujian tanpa perlakuan panas dan 9 spesimen pengujian diberi perlakuan panas dengan variasi waktu tahan (15 menit,18 menit,20 menit) dan media pendingin (air,oli,dan udara)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1 Pemanasan specimen dengan furnace

Perlakuan panas ini dilakukan di laboratorium material universitas negeri Surabaya. Dengan suhu  $800^\circ\text{C}$  dengan waktu tahan dan media pendingin yang berbeda-beda.

Tabel 4.1 Hasil pemansan specimen

No	Spesimen	Jumlah Spesimen	Tempratur	Waktu tahan	Pendingin
1	Baja profil L	1 spesimen	Tanpa perlakuan	0 menit	Tanpa pendingin
2	Baja profil L	3 spesimen	$800^\circ\text{C}$	15 menit	Air
3	Baja profil L	3 spesimen	$800^\circ\text{C}$	15 menit	Oli
4	Baja profil L	3 spesimen	$800^\circ\text{C}$	15 menit	Udara
5	Baja profil L	3 spesimen	$800^\circ\text{C}$	18 menit	Air
6	Baja profil L	3 spesimen	$800^\circ\text{C}$	18 menit	Oli
7	Baja profil L	3 spesimen	$800^\circ\text{C}$	18 menit	Udara
8	Baja profil L	3 spesimen	$800^\circ\text{C}$	20 menit	Air
9	Baja profil L	3 spesimen	$800^\circ\text{C}$	20 menit	Oli
10	Baja profil L	3 spesimen	$800^\circ\text{C}$	20 menit	Udara

### Pembahasan hasil pemanasan

Pada perlakuan panas *hardening* pada suhu  $800^\circ\text{C}$  ini dilakukan dengan variasi waktu tahan dan dengan variasi pendinginan cepat. Specimen dimasukan kedalam tungku pemanas. Kemudian suhu ditunggu hingga  $800^\circ\text{C}$ . setelah suhu telah mencapai di suhu  $800^\circ\text{C}$  kemudian mulai menghitung waktu tahan yang telah di tentukan. Yakni waktu tahan 15 menit, 18 menit, dan 20 menit. Dengan pendinginan cepat menggunakan air, oli, dan udara. Disini penulis berharap setelah di lakukanya proses perlakuan panas akan menjadi keras yang berbeda dari tanpa perlakuan.

### Kekerasan Rockwell C

Pengujian kekerasan spesimen ini di lakukan di laboratorium material teknik universitas 17 agustus 1945. Pengujian di lakukan di 5 titik pada spesimen dengan hasil data yang berbeda-beda. Berikut adalah tabel hasil data pengujian kekerasan spesimen :

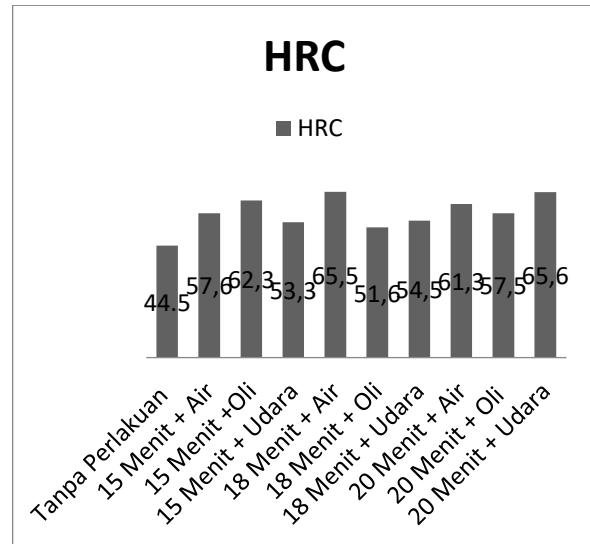
Tabel 4.2.1 tabel hasil pengujian kekerasan

No	Benda uji	Waktu tahan	pendingin	Kondisi indentasi	HRC	HRC rata-rata
1	Baja profil L	0 menit	Tanpa pendingin	P= 150kg t = 5 detik	44,5	44,5
2	Baja profil L	15 menit	Air	P= 150kg t = 5 detik	57,4 58,1 57,5	57,6
3	Baja profil L	15 menit	Oli	P= 150kg t = 5 detik	62,4 62,5 62	62,3
4	Baja profil L	15 menit	Udara	P= 150kg t = 5 detik	53,8 53 53,2	53,3
5	Baja profil L	18 menit	Air	P= 150kg t = 5 detik	65,9 65,6 65	65,5
6	Baja profil L	18 menit	Oli	P= 150kg t = 5 detik	51,8 51,4 51,6	51,6
7	Baja profil L	18 menit	Udara	P= 150kg t = 5 detik	54,5 54,8 54,2	54,5
8	Baja profil L	20 menit	Air	P= 150kg t = 5 detik	61 61,4 61,7	61,3
9	Baja profil L	20 menit	Oli	P= 150kg t = 5 detik	57,4 57,9 57,3	57,5
10	Baja profil L	20 menit	Udara	P= 150kg t = 5 detik	65,8 65,3 65,7	65,6

### Pembahasan Hasil Uji Kekerasan

Dari hasil pengujian kekerasan pada tabel 4.2 dan analisis menunjukkan bahwa hasil yang berbeda-beda dari suhu 800 dengan variasi waktu tahan dan pendinginan yang berbeda beda. Kekerasan tertinggi yaitu pada waktu tahan 20 menit berpendingin air yaitu mendapatkan nilai 65,6HRC. Nilai tersebut berbeda lebih tinggi dari pada spesimen tanpa perlakuan panas yaitu 44,5.

### Diagram Nilai Kekerasan



Gambar diagram kekerasan

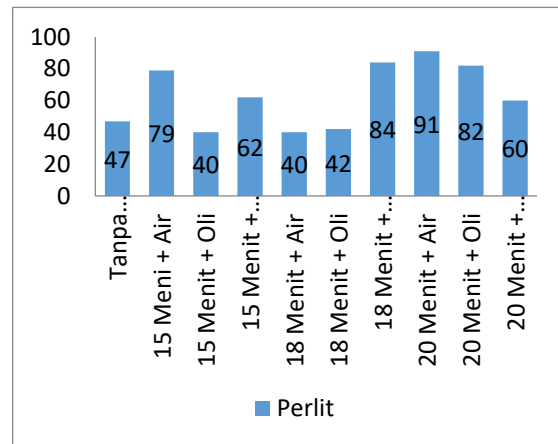
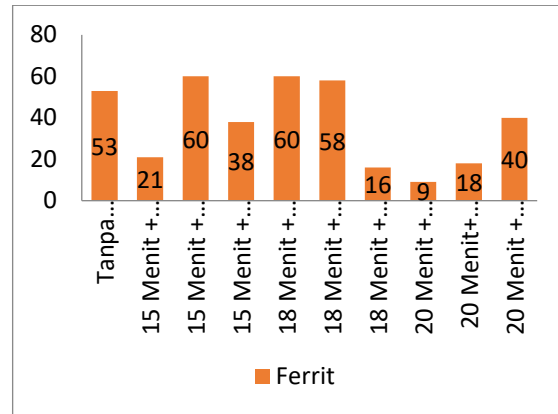
### Analisa Nilai Kekerasan

Dari diagram pada gambar 4.1, nilai kekerasan dapat dilihat atau disimpulkan bahwa hasil nilai paling tinggi terdapat pada spesimen dengan waktu tahan 18 menit dengan variasi pendinginan air. Mendapatkan nilai kekerasan 65,9. Sedangkan specimen dengan nilai kekerasan paling rendah adalah spesimen tanpa perlakuan panas. Dengan nilai kekerasan adalah 44,5. Pada penelitian ini menandakan bahwa te;ah berhasil mngubah nilai kekerasan dari yang terkecil yaitu spesimen tanpa perlakuan menjadi bertambah nilai kekerasan setelah di beri perlakuan panas pada specimen dengan variasi pendinginan cepat. Namun berbeda halnya dengan pemnasan yang lebih lama dari 18 menit. Pemanasan dengan waktu tahan 20 menit mendapatkan hasil kekerasan di bawah waktu 18 menit. Hal ini mungkin saja dapat terjadi. Dikarenakan waktu pemanasan yang lebih lama dapat menjadikan struktur specimen lebih lunak Karena waktu tahan yang lebih lama. Ini dapat menunjukkan bahwa pemanasan specimen yang paling efektif untuk meningkatkan nilai kekerasan yaitu dengan waktu 18 menit dengan variasi pendingin air. Karena memiliki nilai kekerasan paling tinggi diantara specimen dengan waktu tahan dan variasi pendingin lainnya.

### Hasil Struktur Mikro

No	Suhu perlakuan panas	Waktu tahan	pendingin	Gambar struktur	presentase
1	Tanpa perlakuan	0 menit	Tanpa pendingin		P = 47% F = 53%
2	800°C	15 menit	Air		P = 79% F = 21%
3	800°C	15 menit	Oli		P = 40% F = 60%
4	800°C	15 menit	Udara		P = 62% F = 38%
5	800°C	18 menit	Air		P = 40% F = 60%
6	800°C	18 menit	Oli		P = 42% F = 58%
7	800°C	18 menit	Udara		P = 84% F = 16%
8	800°C	20 menit	Air		P = 91% F = 9%
9	800°C	20 menit	Oli		P = 82% F = 18%
10	800°C	20 menit	Udara		P = 60% F = 40%

### Diagram Fasa Perlit dan Ferrit



### Analisa Diagram Fasa Perlit dan Ferrit

Dari diagram 4.3 dapat di analisa dan disimpulkan bahwa fasa ferrit paling rendah adalah spesimen yang di beri perlakuan panas dengan waktu tahan 20 menit yaitu dengan hasil persentasi ferrit sebanyak 9% fasa ferrit. Sedangkan fasa ferrit paling tinggi terdapat pada spesimen yang di beri perlakuan panas dengan waktu tahan selama 15 menit dengan variasi pendingin oli, dan spesimen dengan waktu tahan 18 menit dengan variasi pendingin air. Keduanya memiliki persentase ferrit yang sama yaitu 60% persentase ferrit.

Sedangkan fasa perlit yang persentasenya paing tinggi adalah spesimen yang di beri perlakuan panas dengan waktu tahan 20 menit dengan variasi pendingin air yakni dengan persentase 20% fasa perlit. Dan spesimen dengan persentase fasa perlit paling rendah adalah spesimen yang di beri perlakuan panass dengan waktu tahan 15 menit dengan variasi pendingin oli dan spesimen dengan



waktu tahan 18 menit dengan variasi pendingin air yakni dengan persentase perlit sebanyak 40% fasa perlit.

Hal ini dapat terjadi karena dengan waktu tahan yang lama yaitu 20 menit dengan variasi pendingin air tidak memberikan pendinginan yang optimal sehingga fasa ferrit terbentuknya rendah dan perlit tinggi. Berbeda dengan spesimen dengan waktu tahan 15 menit dengan variasi pendingin oli dan spesimen dengan waktu tahan 18 menit dengan variasi pendingin air lebih banyak ferrit karena mengalami pendinginan yang optimal sehingga terjadi fasa ferrit yang lebih tinggi.

### Cara Menghitung Presentase

Struktur mikro specimen tanpa perlakuan



P = 47 titik F = 53 titik

$$\begin{aligned} \text{Presentase perlit} &= \\ \frac{\text{jumlah fasa perlit}}{\text{jumlah titik}} \times 100\% &= \% \\ &= \frac{47}{100} \times 100\% = 47\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Presentase ferit} &= \\ \frac{\text{jumlah fasa ferlit}}{\text{jumlah titik}} \times 100\% &= \% \\ &= \frac{53}{100} \times 100\% = 53\% \end{aligned}$$

### Hubungan Kekerasan Dengan Struktur Mikro

Hubungan kekerasan dan struktur mikro sangat mempengaruhi. Jika struktur mikro fasa perlit makin banyak tandanya spesimen memiliki kekerasan yang tinggi. Dan jika struktur mikro fasa ferrit lebih banyak maka spesimen akan lunak. Jika ferrit banyak maka kekerasan spesimen tidak sekeras spesimen yang fasa perlitnya lebih banyak dari pada ferrit. Hal ini dipengaruhi karena proses pemanasan dan waktu tahan serta pendingin yang berbeda. Sehingga terjadi perubahan fasa struktur mikro dan kekerasan yang berbeda tergantung pemanasan dengan variasi waktu tahan dan pendinginan yang berbeda-beda.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dan telah mendapatkan hasil atau data pada pemanasan *hardening* dengan suhu 800°C dengan pengujian kekerasan dan struktur mikro dengan variasi pendingin air, oli dan udara. Dan juga variasi waktu tahan selama 15 menit, 18 menit, dan 20 menit dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari data yang di dapat proses *hardening* mempengaruhi sifat mekanik pada suatu spesimen baja profil L. mampu meningkatkan kekerasan spesimen. Kekerasan bertambah setelah di lakukanya proses pemanasan *hardening*. Dimana harga terendah kekerasan terdapat pada spesimen tanpa perlakuan. Dan harga tertinggi terdapat pada spesimen setelah di beri perlakuan. Hal ini di pengaruhi karena pemanasan dengan variasi waktu tahan dan pendinginan yang berbeda. Kekerasan tertinggi terdapat pada spesimen dengan waktu tahan 20 menit dengan pendinginan udara dengan rata-rata kekerasan 65,6 HRC dan terendah pada spesimen tanpa perlakuan dengan nilai kekerasan 44,5
2. Dari hasil struktur mikro yang telah diamati menggunakan mikroskop yaitu spesimen memiliki struktur yang berbeda-beda, tergantung suhu pemanasan dan dengan variasi pendingin dan waktu

tahan yang berbeda-beda. Perbedaan struktur mikro ini dengan persentase ferrit dan perlit suatu spesimen yang berbeda.

### Saran

1. pada penelitian ini menggunakan baja karbon rendah. Untuk selanjutnya dapat menggunakan spesimen lain dengan kadar karbon yang lebih tinggi.
2. Untuk penelitian selanjutnya jika ingin melanjutkan dapat menggunakan variasi suhu atau dengan variasi waktu tahan yang lebih lama

### DAFTAR PUSTAKA

- Agung Prayogi <sup>1</sup>, S., 2019. Analisa pengaruh variasi media pendingin pada perlakuan panas terhadap kekerasan dan struktur mikro baja karbon rendah. *Jurnal Polimesin Volume 17, Nomor 2, Agustus 2019*, Volume 17.
- ALWI, M. S., 2018. PENGARUH KECEPATAN ANGIN TERHADAP POROSITAS, LEBAR HAZ DAN KEKERASAN PADA PENGELASAN SMAW DENGAN ARUS 115A MENGGUNAKAN MATERIAL ST 42 DAN ELEKTRODA E7016. surabaya: s.n.
- AZIZ, A. S., 2016. APLIKASI KLASIFIKASI JENIS BAJA BERDASARKAN KOMPOSISI KIMIA DENGAN MENGGUNAKAN METODE FKNNC (FUZZY KNEAREST NEIGHBOR IN EVERY CLASS).
- Darmawan, D. D., 2018. PENGUJIAN KETANGGUHAN DAN STRUKTUR MIKRO BAJA KARBON RENDAH YANG TELAH MENGALAMI PROSES PERLAKUAN PANAS (HEAT TREATMENT). *JURNAL TEKNIK MESIN UBL*, Volume VOL.5 NO. 2.
- Nurlina, N., 2019. Pengaruh Pengujian Hardening pada Baja Karbon Rendah Sebagai Solusi Peningkatan Kualitas Material. *Vol. 9 No. 1 (2019): Maret 2019*, Volume 9.
- Sanjaya, A., 2020. *Perlakuan Panas (Heat Treatment) : Pengertian dan Prosesnya*.

[Online]

Available at:  
<https://www.sekolahteknik.com/2020/12/perlakuan-panas-heat-treatment.html>

- Sari, N. H., 2017. PERLAKUAN PANAS PADA BAJA KARBON: EFEK MEDIA PENDINGINAN TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO. *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, Volume Vol. 06.
- UJI, A., 2022. uji kekerasan rockwell dan penggunaannya (gambar tabel standart kekerasan).
- Zamroji, M., 2018. Analisa pengaruh heat treatment (Hardening) Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Besi COR Nodular (FCD 60).