

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Kajian Pustaka

Pada saat melakukan penelitian, sangat diperlukan observasi sebagai referensi untuk mencari sumber yang berkaitan dengan judul yang diambil dalam penelitian. Berikut adalah beberapa referensi yang diambil dalam penelitian ini, yaitu :

Tabel 2.1 Sumber Referensi

No.	Judul	Peneliti (Tahun)	Sumber	Kesimpulan
1.	Optimasi <i>Hardening</i> Baja Karbon Sedang Dengan Fluida Getah Pohon Pisang Menggunakan Metode Taguchi	R.J. Dimu, Deny Widhiyanuriyawan, Sugiono (2014)	Jurnal Rekayasa Mesin Vol.5 No. 2	Dalam penelitian ini disajikan hasil proses pengerasan uji kekerasan dengan kombinasi perlakuan bahan baja pegas truk , suhu 850°C, waktu penahanan 10 menit dan media pendingin dengan cairan getah pohon pisang agar mendapatkan nilai kekerasan tertinggi HRC 63,03.  Berdasarkan analisis metode Taguchi dapat diketahui bahwa keempat faktor yang paling berpengaruh terhadap kekerasan

				material adalah suhu, waktu penahanan, media pendingin, dan yang terkecil adalah material.
2.	Analisa Kekerasan Pada Pisau Berbahan Baja Karbon Menengah Hasil Proses <i>Hardening</i> Dengan Media Pendingin Yang Berbeda.	Prihanto Trihutomo ( 2015 )	Jurnal Teknik Mesin Vol. 23 No.1	Hasil analisa data menunjukkan bahwa pisau yang menggunakan media pendingin air memiliki nilai rata-rata kekerasan 652,64 HV, pisau yang menggunakan media pendingin air garam rata-rata nilai kekerasannya 836,56 HV, pisau yang menggunakan media pendingin oli mempunyai nilai rata-rata kekerasan 600 HV dan pisau yang menggunakan media pendingin udara memiliki rata-rata nilai kekerasan 335,44 HV. Dari analisa data didapat kesimpulan bahwa proses pembuatan pisau menggunakan media

				<p>pendingin oli adalah yang terbaik karena menghasilkan pisau dengan tingkat kekerasan yang cukup tinggi disertai dengan tingkat keuletan yang baik sehingga tidak getas.</p>
3.	<p>Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Sifat Kekerasan Baja Paduan Rendah Untuk Bahan Pisau Penyayat Batang Karet</p>	<p>Zulkarnain Fatoni (2016 )</p>	<p>Jurnal Desimilasi Teknologi, Vol. 4 No.1</p>	<p>Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian kekerasan akibat didinginkan laju pendinginan air lebih cepat, karbon yang terjebak dari struktur austenit (FCC) berubah menjadi martensit (BCT) lebih banyak dan austenit sisa pada temperatur kamar yang tidak sempat bertransformasi menjadi martensit lebih sedikit. hal inilah yang menyebabkan kekerasan dengan pendingin air terjadi.</p>

4.	Pengaruh Beda Media Pendingin Pada Proses Hardening Terhadap Kekerasan Baja Pegas Daun	Rabiatul Adawiyah, Murdjani, Ahmad Hendrawan (2014)	Jurnal POROS TEKNIK Vol. 6 , No. 2	Setelah pengujian kekerasan dan mikrostruktur dilakukan maka didapatkan hasil kekerasan dari berbagai variasi media pendingin yaitu media oli HRC 97,2 kg/mm <sup>2</sup> , media air garam HRC 99,13 kg/mm <sup>2</sup> , media air biasa HRC 96,5 kg/mm <sup>2</sup> , dan pembandingan HRC 94,7 kg/mm <sup>2</sup> , jadi dapat disimpulkan bahwa media air garam lebih tinggi harga kekerasannya di bandingkan dengan media lainnya. kekerasan baja tersebut akan bertambah setelah melalui proses perlakuan panas dan dengan pendinginan yang tiba – tiba (celup cepat).
5.	Pengaruh Heat	Anggun Mersilia,	Jurnal Teori	Hasil uji komposisi

	Treatment Dengan Variasi Media Quenching Air Garam dan Oli Terhadap Struktur Mikro dan Nilai Kekerasan Baja Pegas Daun AISI 6135	Pulung Karo Karo, Yayat Iman Supriyatna (2016)	Dan Aplikasi Fisika Vol.4 No. 2	kimia menunjukkan baja pegas daun termasuk baja karbon sedang (C = 0,343%) dan chromium-vanadium steel (AISI 6135). Hasil uji kekerasan raw material sebesar 42,27 HRc, pada media quenching 100% air garam sebesar 34,27% HRc. Sementara pada media quenching campuran 50% air garam : 50% oli sebesar 38,27 HRc. Hasil struktur mikro pada sampel raw material menunjukkan fasa ferit dan perlit. Sementara Quench-temper campuran 50% air garam : 50% oli terbentuk fasa ferit, austenit sisa dan martensit temper yang lebih rapat dan menyebar merata dibandingkan 100% air garam.
6.	Uji Kekerasan	Erizal	Majalah	Berdasarkan

	Pada Pegas Daun Mobil Pick-up. Suhu Pemanasan 800°C Di Quenching Air Laut	(2017)	Teknis Simes Vol. 11 No. 1	pengujian, spesimen yang tidak mengalami perlakuan nilai kekerasannya rendah (HRC) 38.38, sedangkan spesimen yang mendapatkan perlakuan panas dan di dinginkan dengan air laut, mempunyai nilai kekerasan yang lebih tinggi (HRC) 61.02. 2. Hal ini dikarenakan setiap baja karbon yang mengalami perlakuan panas nilai kekerasannya akan meningkat.
7.	Optimalisasi Heat Treatment pada Proses Daur Ulang Pegas Daun Mobil untuk Pembuatan Pisau Sembelih Rumah Pemotongan Hewan	Abdul Choliq, DN Adnyana (2018)	Piston: Journal of Technical Engineering Vol 2, No 1	Hasil pengujian menunjukkan bahwa kekerasan pisau percobaan A pada daerah mata pisau mencapai 730HV dengan struktur mikro martensit dan karbida krom, dan pada daerah tumpul kekerasannya turun pada level 313 HV dengan struktur martensit dan austenit

				<p>sis. Sementara itu pisau percobaan B yang dikeraskan secara menyeluruh mencapai kekerasan 627HV dan struktur mikro martensit dengan karbida krom halus menyebar rata. Hasil percobaan pembuatan pisau yang diperoleh mendekati sifat mekanik pisau impor X yang memiliki struktur mikro matrik martensit temper dengan karbida dan level kekerasannya 640 HV.</p>
8.	<p>Uji Eksperimen Tingkat Kekerasan Dan Ketangguhan Baja Pegas Jis Sup 9 Dengan Metode Laku Panas Hardening Dan Tempering</p>	<p>Ahmad Dzulfikri Halimi (2017)</p>	<p>JTM Volume 05 Nomor 03</p>	<p>Nilai kekerasan tertinggi terjadi pada spesimen dengan temperatur hardening 860°C tempering 400°C. Nilai kekerasan rata-rata 49,1 HRC atau meningkat 40% dari spesimen raw material. Pada nilai ketangguhan</p>

				<p>peningkatan tertinggi pada temperatur 920°C temper 500°C dengan rata-rata 42,81 joule atau 227%, pada struktur mikro yang terbentuk pada raw material berupa ferrite dan pearlit, sedangkan hasil pengaruh laku panas mengakibatkan munculnya struktur martensite temper, carbida dan austenit sisa .</p>
9.	<p>Pengaruh Variasi Temperatur Pada Proses Heat Baja S45c Dengan Beberapa Media Pendingin Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Treatment</p>	<p>Agung (2017)</p>	<p>Jurnal Teknik Mesin UBL, Vol.5 No. 1</p>	<p>Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai kekerasan pada baja yang menggunakan temperatur 750 °C , 950 °C dengan media pendingin udara dan temperatur 950 °Cdengan media pendingin solar mengalami penurunan Nilai kekerasan, tetapi pada temperatur 750 °Cdengan media pendingin solar</p>



				mengalami peningkatan.
10.	Pengaruh Media Pendingin Pada Proses Hardening Material Baja S45c	Syaifudin Yuri, Sofyan Djamil dan M. Sobrom Yamin Lubis (2016)	Poros, Volume 14 Nomor 2	Hasil yang diperoleh uji kekerasan air garam memiliki nilai rata-rata kekerasan 95 BHN, nilai rata-rata kekerasan oli 89 BHN, nilai rata-rata kekerasan air 94 BHN, nilai rata-rata kekerasan udara 87 BHN dan nilai kekerasan tanpa di hardening 88 BHN. uji impact pada udara memiliki nilai rata-rata 1,175 $J/mm^2$ , nilai rata-rata impact air garam 0,257 $J/mm^2$ , nilai rata-rata impact air 0,369 $J/mm^2$ , nilai rata-rata impact oli 1,128 $J/mm^2$ dan nilai rata-rata impact tanpa dihardening 0,955 $J/mm^2$ .

## 2.2 Tanaman Karet

Tanaman karet dikenal dengan beberapa nama sebutan, semisal *lastik bara* (Arab), *caucho* (Spanyol), *caoutchouc de para* (Prancis), atau *kausuu* (Kamboja). Secara ilmiah, nama latin untuk tanaman ini adalah *Hevea brasiliensis Muell. Arg*. Di Indonesia dikenal beberapa nama untuk menyebut tanaman karet, seperti pohon rambong, pohon *hevea*, pohon getah atau pohon para. Secara alamiah, umur tanaman karet dapat mencapai 100 tahun. Tanaman karet mulai dikenal ketika De la Condamine, orang Prancis, mengirimkan contoh bahan karet alam dari Peru ke negaranya pada tahun 1736 yang disebutnya sebagai “bahan elastis yang misterius”.

Di Asia, tanaman ini mulai dikenal ketika sebanyak 70.000 biji dari tanaman ini didatangkan oleh Henry Wickham tahun 1876 di *Kew Botanical Garden*. Biji itu kemudian dikecambahkan namun hanya 10 % yang berhasil tumbuh. Tahun 1919, bibit tanaman ini dikirim ke Sri Lanka dan sekitar 1.700 bibit tumbuh dengan baik untuk ditanam di Henartgoda Gardens. Selama kurun waktu tersebut dilaporkan ada 300 kecambah yang masih hidup. Di waktu yang sama, bibit tanaman ini juga dikirim ke Singapura dan India. Inilah awal mula pendistribusian bibit tanaman karet di kawasan Asia. (Siregar dan Suhendry, 2013)

Di Indonesia, tanaman ini mulai dikenal sejak zaman penjajahan Belanda. Awalnya karet ditanam di Kebun Raya Bogor sebagai tanaman koleksi. Selanjutnya, tanaman karet dikembangkan menjadi tanaman perkebunan dan tersebar ke beberapa daerah. Pemerintah Belanda kala itu tertarik untuk mengembangkan perkebunan karet disebabkan karena perdagangan tembakau dan kopi yang menjadi komoditas andalan waktu itu tengah mengalami kelesuan. Tahun 1864 perkebunan karet mulai dibuka di Indonesia oleh Hofland, di daerah Pamanukan dan Ciasem, Jawa Barat. Jenis Karet yang di tanam pertama kali adalah karet rambong (*Ficus Elastica*). Sementara jenis *Hevea brasiliensis Muell. Arg* baru ditanam pada tahun 1902 di daerah Sumatera Timur dan tahun 1906 di Pulau Jawa. (“Panduan Lengkap Karet”, 2008)

Kini tanaman karet telah menjadi salah satu komoditas utama di Indonesia untuk ekspor maupun untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri sebagai bahan baku keperluan industri. Tanaman karet banyak tersebar diseluruh wilayah

Indonesia, terutama di pulau Sumatra dan juga pulau lain yang diusahakan baik oleh perkebunan negara, swasta maupun karet rakyat.

Skala yang lebih kecil perkebunan karet didapatkan di pulau Jawa, Kalimantan dan Indonesia bagian timur. Areal perkebunan karet terluas di dunia adalah Indonesia bersama dua negara Asia Tenggara lainnya yaitu Malaysia dan Thailand. Ketiga negara tersebut bergantian menjadi pemasok utama karet alam di dunia yang menduduki peringkat 1,2 dan 3.

Pemanfaatan getah karet sangat banyak di gunakan di berbagai bidang kehidupan. Perkembangan teknologi dan kebutuhan konsumen masyarakat modern telah menjadikan karet alam semakin berkembang penggunaannya. Ditinjau dari sektor utama saat ini, karet alam memberikan kontribusi yang besar pada sektor transportasi, industri, barang kebutuhan sehari-hari, dan di bidang kesehatan.

(Pusari dan Haryanti 2014)

### **2.3 Pisau Sadap**

Pisau sadap adalah alat yang digunakan untuk melakukan pelukaan buatan pada batang tanaman karet. Tujuan pelukaan buatan pada batang tanaman karet adalah untuk mengambil lateks atau getah karet. Pisau sadap bentuknya khas dan penggunaannya hanya untuk penyadapan tanaman karet. Pisau sadap terdiri dari dua bagian utama, yaitu bagian kayu dan bagian logam. Bagian kayu digunakan sebagai pegangan dan bagian logam berupa pisau yang terdapat lekukan pada ujungnya. Besar lekukan 55° -60° dan bagian yang tajam terletak sisi-sisi dalam sekitar lekukan. Besar lekukan pada bagian ujung pisau sadap sangat menentukan mutu sadapan.

Sudut lekukan yang besar akan menghasilkan sadapan yang kasar dan permukaan yang mendatar sehingga mempengaruhi pengaliran lateks. Sedangkan sudut lekukan yang kecil akan mengiris tipis kulit pohon sehingga lateks yang dihasilkan sedikit. (Siregar dan Suhendry, 2013)



Gambar 2.1 Pisau sadap karet  
(Sumber :google.com, 2020)

## 2.4 Baja

Menurut Yahya (2016 ) baja didefinisikan suatu campuran dari besi dan karbon, dimana unsur karbon (C) menjadi dasar campurannya. Disamping itu baja mengandung unsur campuran lainnya seperti sulfur (S) 0,05%, fosfor (P) 0,5%, silikon (Si) 0,1-0,3%, mangan (Mn) 1% dan kandungan karbon sekitar 0,1 - 1,7 % sedangkan unsur lainnya dibatasi khusus . Berdasarkan kandungan karbonnya (C) baja karbon diklasifikasikan menjadi menjadi tiga macam :

### 1. Baja karbon rendah

Baja karbon rendah merupakan bukan baja yang keras karena kadar karbonnya sedikit. Baja ini disebut baja ringan (*mild steel*) atau baja perkakas yang mengandung karbon kurang dari 0,3%. Baja ini dapat dijadikan mur, baut, ulir sekrup dan lain-lain.

### 2. Baja karbon sedang

Baja karbon sedang merupakan baja dengan kandungan karbon 0,3–0,6%, cukup keras dibandingkan dengan baja karbon rendah. Baja ini memungkinkan untuk dikeraskan sebagian dengan pengerjaan panas (*heat treatment*) yang sesuai. Baja karbon sedang digunakan untuk roda gigi, poros engkol, ragum dan sebagainya

### 3. Baja karbon Tinggi

Baja karbon tinggi mempunyai kandungan karbon 0,6–1,5%, baja ini sangat keras namun keuletannya rendah, biasanya digunakan untuk alat potong seperti gergaji, pahat, kikir dan lain sebagainya. Karena baja karbon tinggi sangat keras, maka jika digunakan untuk produksi harus dikerjakan dalam keadaan panas.

## **2.5 Heat Treatment**

Menurut Adawiyah (2014 ) *heat treatment* (perlakuan panas) adalah salah satu proses untuk mengubah struktur logam dengan jalan memanaskan spesimen pada elektrik *furnace* ( tungku pemanasan) pada temperatur rekristalisasi selama periode waktu tertentu kemudian didinginkan pada media pendingin seperti udara, air, air garam, oli dan solar yang masing-masing mempunyai kerapatan pendinginan yang berbeda-beda. Sifat-sifat logam yang terutama sifat mekanik yang sangat dipengaruhi oleh struktur mikro logam disamping posisi kimianya, contohnya suatu logam atau paduan akan mempunyai sifat mekanis yang berbeda-beda struktur mikronya diubah.

Dengan adanya pemanasan atau pendinginan dengan kecepatan tertentu maka bahan-bahan logam dan paduan memperlihatkan perubahan strukturnya. Perlakuan panas adalah proses kombinasi antara proses pemanasan atau pendinginan dari suatu logam atau paduannya dalam keadaan padat untuk mendaratkan sifat-sifat tertentu. Untuk mendapatkan hal ini maka kecepatan pendinginan dan batas temperatur sangat menentukan.

## **2.6 Hardening**

*Hardening* adalah salah satu proses untuk mengubah struktur logam dengan jalan memanaskan benda kerja dalam *furnace* (tungku) pada temperatur yang ditentukan selama periode waktu tertentu kemudian didinginkan secara cepat dengan media pendingin seperti air, air garam, oli dan solar yang masing-masing mempunyai kerapatan pendinginan yang berbeda-beda. Perlakuan panas *hardening* adalah proses kombinasi antara proses pemanasan dan pendinginan dari suatu logam atau paduannya dalam keadaan padat untuk mendapatkan sifat-sifat tertentu (Prihanto,2015).

## 2.7 *Quenching*

*Quenching* adalah sebuah upaya pendinginan secara cepat setelah baja mengalami sebuah perlakuan pemanasan. Pada perlakuan *quenching* terjadi percepatan pendinginan dari temperatur akhir perlakuan dan mengalami perubahan dari austenit menjadi ferrit dan martensit untuk menghasilkan kekuatan dan kekerasan yang tinggi. Kekerasan maksimum yang dapat dicapai baja yang di *quenching* hampir sepenuhnya ditentukan oleh konsentrasi karbon dan kecepatan pendinginan yang sama atau lebih tinggi dengan kecepatan pendinginan kritis untuk paduan tersebut.

Tujuan utama *quenching* adalah meningkatkan kekerasan logam, sedangkan faktor utama dalam proses *quenching* adalah pengaturan laju pendinginan pada logam. Jika laju pendinginan terlalu lambat, logam menjadi lebih getas dan kekerasan akan berkurang. Jika laju pendinginan terlalu cepat, maka akan terjadi distorsi dan retak pada logam. (Yunaidi, 2016)

## 2.8 *Media Quenching*

Seperti diketahui bahwa hal yang sangat mempengaruhi hasil kekerasan adalah viskositas (kekentalan) dan densitas (massa jenis) dari media pendingin yang digunakan. Viskositas merupakan tingkat kekentalan yang dimiliki suatu fluida. Semakin tinggi angka viskositasnya, maka semakin lambat laju pendinginannya. Densitas merupakan massa jenis yang dimiliki media pendingin (fluida). Semakin tinggi densitas yang dimiliki suatu media pendingin maka semakin cepat laju pendinginannya. Berikut nilai viskositas dan densitas dari media pendingin yang digunakan:

1. Air Garam ( $\rho = 1025 \text{ kg/m}^3$  ,  $\nu = 1,01 \text{ Pa.s}$ ) Air garam memiliki viskositas yang rendah sehingga laju pendinginannya cepat. Massa jenisnya juga lebih besar dibandingkan dengan media pendingin lain seperti air, solar, oli dan udara.
2. Air ( $\rho = 998 \text{ kg/m}^3$  ,  $\nu = 1,01 \text{ Pa.s}$ ). Air (H<sub>2</sub>O) adalah media yang paling umum digunakan sebagai media pendingin karena biaya yang murah. Air memiliki massa jenis yang besar tetapi lebih kecil dari air garam,

kekentalannya rendah, sama dengan air garam, tetapi laju pendinginannya lebih lambat dari air garam.

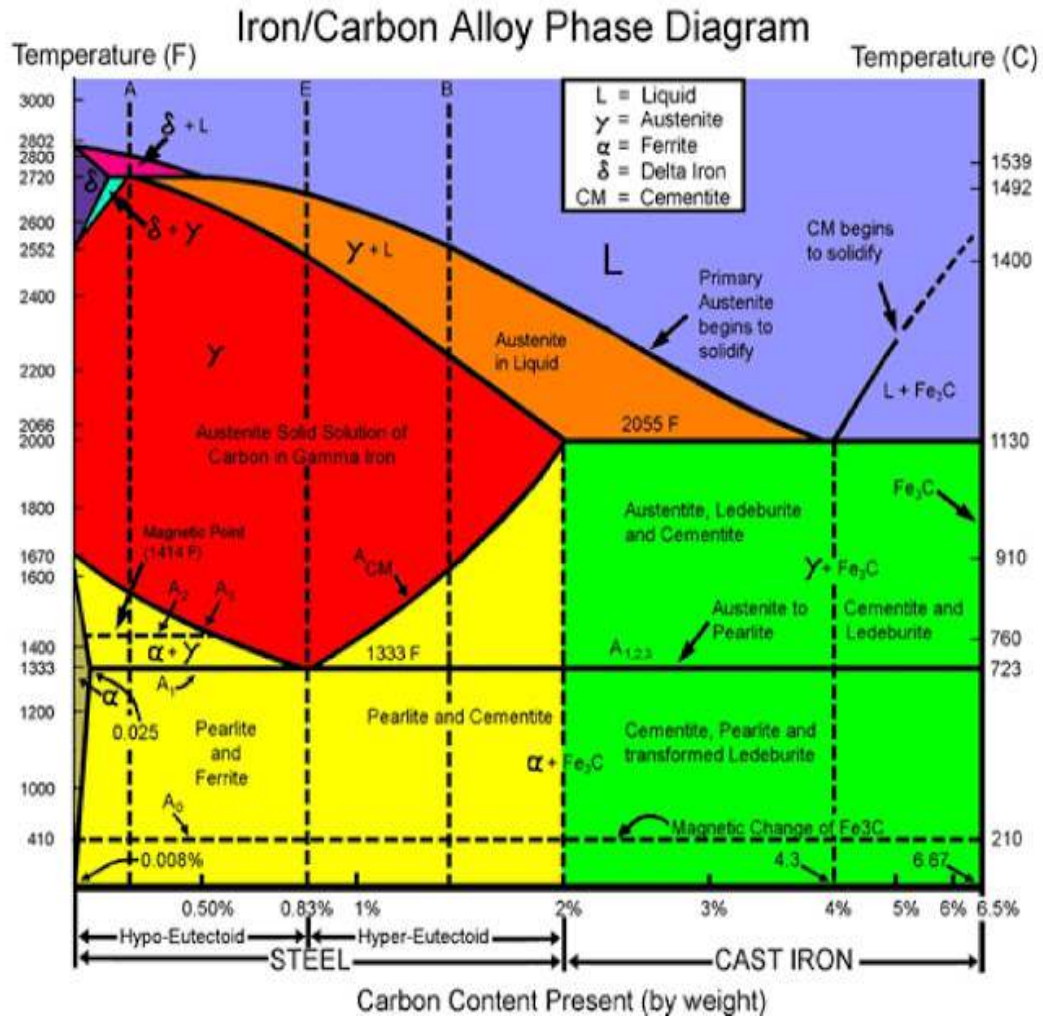
3. Oli ( $\rho = 981 \text{ kg/m}^3$  ,  $\nu = 4,02 \text{ Pa.s}$ ). Oli merupakan senyawa hidrokarbon ( $\text{C}_8\text{H}_{18}$ ) yang memiliki viskositas atau kekentalan lebih tinggi dibandingkan media pendingin lainnya dan massa jenis yang rendah sehingga laju pendinginannya lambat.
4. Udara ( $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$  ,  $\nu = 0,00001,75 \text{ Pa.s}$ ). Udara memiliki massa jenis dan viskositas yang sangat kecil sehingga laju pendinginannya sangat lambat.

(Prihanto, 2015).

## 2.9 Diagram Fasa Fe-C

Diagram fasa Fe-C atau biasa disebut diagram kesetimbangan besi karbon merupakan diagram yang menjadi parameter untuk mengetahui segala jenis fasa yang terjadi di dalam baja dengan segala perlakuannya. Konsep dasar dari diagram fasa adalah mempelajari bagaimana hubungan antara besi dan paduannya dalam keadaan setimbang. Hubungan ini dinyatakan dalam suhu dan komposisi, setiap perubahan komposisi dan perubahan suhu akan mempengaruhi struktur mikro.

Pada diagram fasa Fe-C yang ditampilkan muncul larutan padat ( $\alpha$ ,  $\gamma$ , ) atau disebut besi delta (  $\delta$  ), austenit (  $\gamma$  ) dan ferit ( $\alpha$ ). Ferit mempunyai struktur kristal BCC (*Body Centered Cubic*) dan austenit mempunyai struktur kristal FCC (*Face Centered Cubic*) sedangkan besi delta ( $\delta$ ) mempunyai struktur kristal FCC pada suhu tinggi. Apabila kandungan karbon melebihi batas daya larut, maka akan membentuk fasa kedua yang disebut karbida besi atau sementit. Karbida besi mempunyai komposisi kimia  $\text{Fe}_3\text{C}$  yang sifatnya keras dan getas. Peningkatan kadar karbon pada baja karbon akan meningkatkan sifat mekanik baja tersebut, terutama kekerasan karena sifat yang dimiliki oleh endapan sementit yang keras. (Indah, 2016)



Gambar 2.2 Diagram fasa  
(Sumber :google.com, 2020)

## 2.10 Pengujian Kekerasan

Kekerasan diartikan sebagai ketahanan terhadap deformasi, sedangkan nilai kekerasan pada logam adalah ukuran ketahanan logam terhadap deformasi permanen ataupun deformasi plastis. Pengukuran kekerasan tergantung pada pengujian yang dilakukan. *Scratch Hardness* adalah pengukuran yang berdasarkan pada kemampuan logam terhadap goresan. *Indentation Hardness* adalah pengukuran yang berdasarkan pada kedalaman yang dibuat oleh suatu indenter pada permukaan logam dengan beban tertentu. Teknik indentasi merupakan pengukuran yang banyak dilakukan karena mudah dan tidak merusak spesimen secara berlebihan.



Beberapa teknik pengukuran dengan indentasi antara lain, pengujian kekerasan dengan metode Rockwell sesuai dengan standar ASTM E18 , Metode Brinell dengan standar ASTM E10 dan pengujian kekerasan Vickers dengan standar pengujian ASTM E29.

Pada pengujian kekerasan dengan metode Rockwell, benda uji ditekan dengan penetrator berupa bola baja atau kerucut intan. Harga kekerasan diperoleh dari perbedaan kedalaman dari beban mayor dan minor. Beban minor adalah beban awal yang diberikan untuk pengujian Rockwell yang sudah ditentukan , sedangkan beban mayor adalah beban minor yang ditambah dengan beban tambahan pada saat pengujian kekerasan. Nilai kekerasan berdasarkan kedalaman penetrasi indenter dan hasilnya dapat langsung dibaca pada jarum *dial gauge* di alat uji kekerasan.

( Qodri, 2019)

Skala	Penekan	Beban			Skala Kekerasan	Warna Angka
		Awal	Utama	Jumlah		
A	Kerucut intan 120°	10	50	60	100	Hitam
B	Bola baja 1,558 mm (1/16")	10	90	100	130	Merah
C	Kerucut intan 120°	10	140	150	100	Hitam
D	Kerucut intan 120°	10	90	100	100	Hitam
E	Bola baja 3,175 mm (1/8")	10	90	100	130	Merah
F	Bola baja 1,558 mm	10	50	60	130	Merah
G	Bola baja 1,558 mm	10	140	150	130	Merah
H	Bola baja 3,175 mm	10	50	60	130	Merah
K	Bola baja 3,175 mm	10	140	150	130	Merah
L	Bola baja 6,35 mm (1/4")	10	50	60	130	Merah
M	Bola baja 6,35 mm	10	90	100	130	Merah
P	Bola baja 6,35 mm	10	140	150	130	Merah
R	Bola baja 12,7 mm (1/2")	10	50	60	130	Merah
S	Bola baja 12,7 mm	10	90	100	130	Merah
V	Bola baja 12,7 mm	10	140	150	130	Merah

Gambar 2.3 Skala kekerasan metode Rockwell  
(Sumber :google.com, 2020)

## 2.11 Analisa Hasil Pengujian Kekerasan

ANOVA (*analysis of variance*) pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh perbedaan beberapa variabel bebas (faktor) dengan variabel terikat (respon) dan masing-masing variabel memiliki dua taraf (*level*) dengan bantuan *software Design Expert* dalam proses pengolahan data. Untuk mengetahui pengaruh variabel terhadap respon, maka pada ANOVA perlu dihitung jumlah-jumlah kuadrat. Adapun langkah-langkah menghitung ANOVA, yaitu: (Sudjana, 1994 dan Philip J. Ross, 1989)

- a) Asumsikan bahwa data masing-masing dipilih secara acak.
- b) Asumsikan bahwa data masing-masing berdistribusi normal.
- c) Menentukan hipotesis:
  - $H_0 : b_1 = b_2 = b_3 = \dots = \mu_a$  (tidak ada efek terhadap perlakuan)
  - $H_1 : b_1 \neq b_j$  (terdapat efek terhadap perlakuan)
- d) Menentukan jumlah kuadrat total:

$$SS_T = \left[ \sum_{i=1}^N y_i^2 \right] - \frac{T^2}{N} \quad (2.1)$$

- e) Menentukan jumlah kuadrat faktor A:

$$SS_A = \left[ \sum_{i=1}^{k_A} (A_i^2) \right] - \frac{T^2}{N} \quad (2.2)$$

- f) Menentukan jumlah kuadrat faktor B:

$$SS_B = \left[ \sum_{i=1}^{k_B} (B_i^2) \right] - \frac{T^2}{N} \quad (2.3)$$

- g) Menentukan jumlah kuadrat interaksi faktor A dan B:

$$SS_{AxB} = \left[ \sum_{i=1}^b \left( \frac{(AxB)_i^2}{n_{AxBi}} \right) \right] - \frac{T^2}{N} - SS_A - SS_B \quad (2.4)$$

- h) Menentukan jumlah kuadrat kemungkinan kesalahan (*error*):

$$SS_e = SS_T - SS_A - SS_B - SS_{AxB} \quad (2.5)$$

- i) Menentukan derajat kebebasan total:

$$v_T = N - 1 \quad (2.6)$$

j) Menentukan derajat kebebasan faktor (*Main Effect*) A:

$$v_A = k_A - 1 \quad (2.7)$$

k) Menentukan derajat kebebasan faktor (*Main Effect*) B

$$v_B = k_B - 1 \quad (2.8)$$

l) Menentukan derajat kebebasan faktor interaksi A dan B:

$$v_{AxB} = (v_A)(v_B) \quad (2.9)$$

m) Menentukan derajat kebebasan kemungkinan kesalahan (*pure error*):

$$v_e = v_T - v_A - v_B - v_{AxB} \quad (2.10)$$

n) Melengkapi tabel hasil pengukuran dimensi untuk *analysis of variance* dari data yang didapat.

o) Menentukan taraf signifikan ( $\alpha$ ).

p) Jika  $F_{\text{HITUNG}} (F_0) < F_{\text{TABEL}}$ , maka hipotesis ( $H_0$ ) dapat diterima.

q) Menentukan persentase kontribusi faktor terhadap respon:

$$\% \text{ Kontribusi faktor} = \frac{(SS - SS_e)}{SS_T} \quad (2.11)$$

Tabel 3.3 ANOVA Table for Select Factorial Model

Source	Sum of Squares	Degrees of Freedom	Mean Square	F <sub>0</sub>
<b>Overall model</b>	SS <sub>model</sub>	(k <sub>A</sub> .k <sub>B</sub> )-1	SS <sub>model</sub> /(k <sub>A</sub> .k <sub>B</sub> )-1	MS <sub>model</sub> /MS <sub>E</sub>
<b>Main Effect of A</b>	SS <sub>A</sub>	v <sub>A</sub>	SS <sub>A</sub> / v <sub>A</sub>	MS <sub>A</sub> /MS <sub>E</sub>
<b>Main Effect of B</b>	SS <sub>B</sub>	v <sub>B</sub>	SS <sub>B</sub> / v <sub>B</sub>	MS <sub>B</sub> /MS <sub>E</sub>
<b>A x B interaction</b>	SS <sub>AB</sub>	v <sub>AxB</sub>	SS <sub>AB</sub> / v <sub>AxB</sub>	MS <sub>AB</sub> /MS <sub>E</sub>
<b>Error</b>	SS <sub>E</sub>	v <sub>e</sub>	SS <sub>E</sub> / v <sub>e</sub>	
<b>Total</b>	SS <sub>Total</sub>	v <sub>T</sub>		

## 2.12 Hipotesa

Berdasarkan variabel yang digunakan dalam penelitian ini, maka dibuat hipotesa sebagai berikut :

H<sub>0</sub> = Tidak ada pengaruh variasi temperatur dan media *quenching* terhadap tingkat kekerasan pisau sadap karet. Jika  $F_{\text{hitung}} < F_{\text{tabel}}$  maka H<sub>1</sub> ditolak.

H<sub>1</sub> = Ada pengaruh variasi temperatur dan media *quenching* terhadap tingkat kekerasan pisau sadap karet. Jika  $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$  maka H<sub>0</sub> ditolak.