

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Dalam penelitian tugas akhir ini, peneliti menggali informasi dari beberapa penelitian-penelitian yang sudah ada sebelumnya sebagai bahan perbandingan dan sumber referensi, baik mengenai kelebihan maupun kekurangan yang ada. Selain itu, peneliti juga menggali informasi dari buku-buku dan skripsi guna memperoleh informasi yang telah tersedia sebelumnya tentang teori yang berkaitan dengan judul yang digunakan untuk memperoleh landasan teori ilmiah.

Kusumo, 2018, dengan judul “Pengaruh Penggunaan Larutan Asam dan Basa pada Proses *Quenching* Terhadap Kekerasan Baja ST 37”. Penelitian ini dilatar belakangi dari hasil penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa media pendingin air garam lebih tinggi nilai kekerasannya setelah melalui proses perlakuan panas di bandingkan media pendingin lainnya. Dengan nilai kekerasan media air garam sebesar 99.13 HRC. Dari penjelasan penelitian terdahulu, maka dilakukanlah penelitian ini tentang pengaruh penggunaan larutan asam dan basa pada proses *quenching* terhadap kekerasan baja ST 37. Namun dalam penelitian ini media pendingin yang digunakan adalah air cuka dan air sabun. Dalam penelitian ini dilakukan beberapa tahapan yaitu : perlakuan panas (*hardening*) pada baja ST 37 dengan suhu pemanasan sebesar 600°C, 650°C, 700°C, 750°C, 800°C dengan *holding time* 15 menit, *direct quenching* dengan media pendingin larutan asam (air cuka : 2.4 pH) dan larutan basa (air sabun : 9.3 pH) dengan *holding time* 15 menit. Setelah dilakukan proses perlakuan panas dan *direct quenching* pada baja ST37, dilakukan pengujian kekerasan *Rockwell*. Dari hasil pengujian, bahwa penggunaan media pendingin larutan asam dan basa pada proses *quenching* berpengaruh terhadap kekerasan baja ST 37. Dimana nilai kekerasan yang paling baik adalah larutan basa (air sabun : 9.3 pH) dengan suhu pemanasan 600°C memiliki hasil nilai kekerasan rata – rata 66.73 HRC, sedangkan larutan asam (air cuka : 2.4 pH) pada suhu pemanasan 600°C memiliki hasil kekerasan rata – rata 64.31 HRC.

Rizza, 2020, dengan judul “Pengaruh Proses *Quenching* Oli Tersirkulasi Terhadap Struktur Mikro dan Nilai Kekerasan *Vickers* pada Material *Molding Punching*”. Penelitian ini dilatar belakangi oleh Industri manufaktur pengolahan sheet metal sangat berkembang dalam pembuatan *flange rotor* pada motor listrik. Pengerjaan *sheet metal* menggunakan pisau potong berbentuk profil (*molding punching*). Material *tool punching* harus memiliki sifat baja yang keras dan tangguh. Membentuk material yang tangguh material memerlukan sebuah perlakuan *heat treatment* dengan memanaskan hingga suhu austenit kemudian diinginkan secara cepat dengan fluida cair disebut *quenching*. Hal yang mempengaruhi proses ini pendinginan adalah waktu penahan dan laju aliran media pendingin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan struktur

mikro pada baja K110, K460 dan K945 dan peningkatan nilai kekerasan *vickers* sebelum dan sesudah perlakuan *quenching* dengan menggunakan *quenching* tersirkulasi. Penelitian ini menggunakan metode *experiment* untuk mencari perlakuan *quenching* oli yang tersirkulasi dan hasil meliputi data foto struktur mikro dan tingkat nilai kekerasan *vickers*. Guna menguji seberapa perubahan yang terjadi ada material *punching* (baja K110, K460 dan K945) setelah diberi perlakuan *quenching* oli tersirkulasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan *quenching* oli tersirkulasi terhadap material *punching* (baja K110, K460 dan K945) merubah struktur baja dari struktur *ferit* dan *perlit* berubah menjadi struktur *martensit* dan *bainit*. Semakin cepat laju aliran *quenching* struktur terbentuk struktur *martensit* semakin besar. Nilai kekerasan mengalami kenaikan yang pada setiap bahan *punching*. Material K110 meningkat 200,77%, material K460 meningkat 287,88% dan material K945 meningkat 31,63% dari *raw material* masing-masing. Peningkatan tertinggi pada perlakuan *quenching* oli tersirkulasi dengan laju aliran $Q_3 = 0,921$ m/s. Simpulan pada penelitian ini yaitu perlakuan *quenching* oli tersirkulasi sangat berpengaruh pada struktur mikro dan kekerasan *vickers*. Laju aliran semakin cepat akan meningkatkan perubahan struktur dan meningkatkan nilai kekerasan *vickers*.

Abdul Jazid, 2021, dengan judul “Analisa Pengaruh Proses *Quenching* Media Air Garam Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Baja ST 60 Setelah Mengalami *Pack Carburizing* Dengan Arang Sekam Padi Variasi Mesh 80, 100, 120 Dan 140“. Proses *pack carburizing* banyak digunakan untuk meningkatkan kekerasan permukaan pada baja. Pada penelitian ini ukuran butir karbon yang digunakan adalah mesh 80 (177 μm), 100 (149 μm), 120 (125 μm) dan 140 (105 μm). Dalam penelitian ini proses *pack carburizing* dilakukan pada temperatur 900°C dengan waktu penahanan 1 jam. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada variasi ukuran karbon mesh 80 (177 μm) nilai kekerasannya memiliki rata-rata 45 HRC. Pada mesh 100 (149 μm) rata-rata nilai kekerasannya adalah 48,03 HRC. Lalu pada mesh 120 (125 μm) rata-rata nilai kekerasannya adalah 51,1 HRC dan pada mesh 140 (105 μm) adalah 52,1 HRC. Untuk *raw material* memiliki rata-rata nilai kekerasan 66,7 HRB. Jadi *raw material* setelah di *pack carburizing* mengalami peningkatan kekerasan sebesar 267% - 389%. Dengan demikian ukuran butir karbon pada proses *pack carburizing* mempengaruhi kekerasan material.

Amien, 2021, dengan judul “Analisa Pengaruh Proses *Quenching* dan Waktu *Tempering* Terhadap Nilai Kekerasan dan Struktur Mikro Baja Karbon Sedang”. Pada penelitian ini *quenching* dilakukan dengan perlakuan panas pada suhu 840°C selama 60 menit kemudian dilanjutkan dengan pendingin cepat dengan media air dan tempering dilakukan pada suhu 200°C dan dengan variasi waktu penahanan 10, 30, dan 60 menit kemudian didinginkan secara perlahan pada temperatur ruang. Hasil dari pengujian kekerasan didapatkan nilai kekerasan rata-rata *raw material* 42,5 HRC dan setelah *quenching* 39,3 HRC. Lalu pada proses tempering

dengan variasi waktu penahanan 10, 30, dan 60 menit didapatkan nilai kekerasan berturut-turut 42,3 HRC, 42,5 HRC, dan 42,5 HRC. Dengan demikian variasi waktu penahanan tidak berpengaruh secara signifikan terhadap nilai kekerasan baja karbon sedang dan tidak merubah martensit menjadi *martensit* temper secara signifikan.

2.2 Kajian Teori

2.2.1 *Quenching*

Pengertian pengerasan ialah perlakuan panas terhadap baja dengan sasaran meningkatkan kekerasan alami baja. Perlakuan panas menuntut pemanasan benda kerja menuju suhu pengerasan dan pendinginan secara cepat dengan kecepatan pendinginan kritis. (Jordi, 2017)

Quenching adalah salah satu proses perlakuan panas yang paling penting dan banyak digunakan dalam proses manufaktur di industri baja. Meskipun *quenching* dapat memperbaiki sifat mekanik baja, di sisi lain akan menimbulkan tegangan-tegangan internal yang dapat menyebabkan perubahan bentuk dan ukuran sehingga dapat menimbulkan keretakan (Totten, 1997).

Tujuan utama *quenching* adalah untuk meningkatkan kekerasan baja, sedangkan faktor utama dalam proses *quenching* adalah untuk mengatur laju pendinginan baja. Jika laju pendinginan terlalu lambat, baja akan menjadi lebih rapuh dan kekerasannya menurun. Jika laju pendinginan terlalu cepat, distorsi dan retakan pada logam akan terjadi.

Faktor penting dalam proses *quenching* meliputi desain peralatan, media pendingin, konsentrasi cairan pendingin, suhu bak, dan laju gerak pendinginan. Masing-masing faktor tersebut dapat mempengaruhi sifat akhir material sehingga harus disesuaikan selama proses pendinginan. Oleh karena itu, yang menarik dari metode *quenching* adalah bagaimana memilih media pendingin dan langkah-langkah proses yang dilakukan sehingga dapat meminimalkan berbagai tegangan yang timbul yang dapat mengurangi terjadinya retak dan distorsi dan sekaligus dapat memberikan tingkat perpindahan panas yang cukup untuk mendapatkan sifat akhir dari hasil pendinginan adalah kekerasan (Chaves, 2001).

Pendinginan isothermal baja karbon sedang dapat memberikan kombinasi kekuatan dan perpanjangan maksimum, serta ketahanan benturan yang baik dengan struktur mikro bainit dan martensit. Proses ini sangat cocok untuk baja mutu tinggi sehingga dapat mengurangi bobot yang signifikan untuk komponen mesin/perkakas berukuran besar (Safi dan Givi, 2014).

Ada berbagai media pendingin yang digunakan dalam industri, antara lain: air, larutan/air garam, minyak/minyak, polimer encer, dan penangas garam. Penggunaan larutan garam dalam proses *quenching* sudah lama digunakan, bahkan sejak abad ke-18. Pada saat itu, penggunaan penangas larutan garam memiliki beberapa keunggulan, antara lain kemudahan pemasangan dan perawatan, serta kualitas hasil yang konsisten/seragam. Garam digunakan sebagai

media pendingin karena memiliki sifat pendinginan yang lebih merata dan lebih cepat. Bahan yang didinginkan dalam larutan garam akan memiliki ikatan yang lebih keras karena permukaan baja memiliki kandungan karbon yang lebih tinggi.

Proses *quenching* dengan larutan garam pada baja paduan rendah dapat meningkatkan daktilitas sebelum patah dan ketangguhan impak tanpa mengurangi kekuatan tarik dan kekerasan (Urbanec et al, 2015). Hal ini tentunya akan memberikan efek yang berbeda jika hanya menggunakan media pendingin air tanpa garam.

Beberapa media pendingin yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Oli

Oli yang digunakan sebagai fluida pendingin pada perlakuan panas adalah oli yang dapat memberikan lapisan karbon pada permukaan benda kerja yang diproses. Selain oli yang khusus digunakan sebagai pendingin pada proses heat treatment, dapat juga digunakan bahan bakar minyak atau oli. Viskositas minyak dan dasar minyak sangat mempengaruhi proses pendinginan sampel. Oli dengan viskositas rendah memiliki kemampuan penyerapan panas yang lebih baik daripada oli dengan viskositas tinggi karena penyerapan panas akan lebih lambat.

2. Air

Air adalah media pendingin yang paling umum digunakan. Air menghasilkan laju pendinginan yang mendekati tingkat maksimum. Kelebihan air sebagai media pendingin adalah murah, mudah diperoleh, mudah dibuang dengan polusi minimal atau bahaya kesehatan. Air juga efektif menghilangkan kerak dari permukaan bagian baja yang dipadamkan. Oleh karena itu, air sering digunakan sebagai media *quenching* karena tidak menimbulkan distorsi atau keretakan yang berlebihan. Air banyak digunakan untuk mendinginkan logam *nonferrous*, baja tahan karat austenitik, dan logam lain yang telah diberi perlakuan panas.

3. Air Garam

Larutan garam (air garam) sering berhasil digunakan jika larutan garam dilakukan pemanasan awal sebelum digunakan hingga sekitar 40 °C (100 °F) dapat menghasilkan hasil yang hampir sama baiknya dengan mendinginkan larutan kaustik (soda kaustik), tetapi jauh lebih efektif saat panas. Seperti larutan kaustik, larutan garam membutuhkan sistem tertutup. Larutan garam tidak berbahaya bagi operator seperti soda kaustik panas, tetapi korosif terhadap perkakas besi dan baja.

2.2.2 Heat Treatment

Proses perlakuan panas meliputi pemanasan baja pada suhu tertentu, dipertahankan pada waktu tertentu dan didinginkan pada media tertentu pula. Perlakuan panas mempunyai tujuan untuk meningkatkan keuletan, menghilangkan

tegangan internal, menghaluskan butir kristal, meningkatkan kekerasan, tegangan tarik logam dan sejenisnya. Tujuan tersebut akan tercapai jika memperhatikan faktor yang mempengaruhinya, seperti suhu pemanasan dan media pendingin yang digunakan. (Djafrie, 1983)

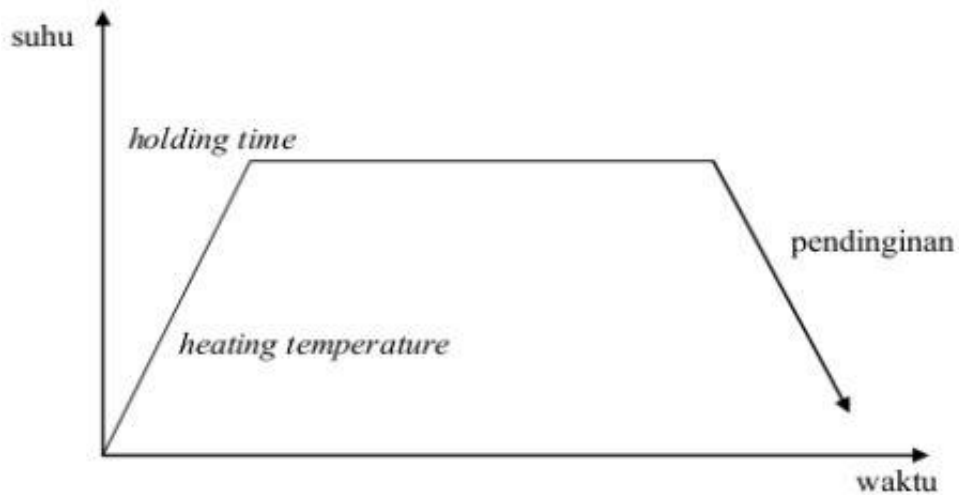
Heat treatment merupakan proses kombinasi antara pemanasan dan pendinginan terhadap logam atau paduan dalam keadaan padat dalam jangka waktu tertentu yang dimaksudkan untuk memperoleh sifat-sifat tertentu pada logam atau paduan. (Purboputro, 2009)

Proses perlakuan panas terdiri dari beberapa tahap, dimulai dari proses pemanasan bahan sampai temperatur tertentu kemudian pendinginan dengan cara tertentu. Perlakuan panas bertujuan untuk memperoleh sifat mekanik yang lebih baik dan diinginkan seperti meningkatkan kekuatan dan kekerasan, mengurangi tegangan, pelunakan, mengembalikan ke kondisi normal karena pengaruh pekerjaan sebelumnya, dan menghaluskan butiran kristal yang akan mempengaruhi keuletan material.

Secara umum, tahapan pada proses perlakuan panas adalah sebagai berikut :

1. Memanaskan logam/paduannya sampai pada suhu tertentu (*heating temperature*).
2. Mempertahankan pada suhu pemanasan tersebut dalam waktu tertentu (*holding time*).
3. Mendinginkan dengan media pendingin dan laju tertentu.

Pada gambar dibawah digambarkan secara sederhana proses ini melalui diagram temperatur terhadap waktu :



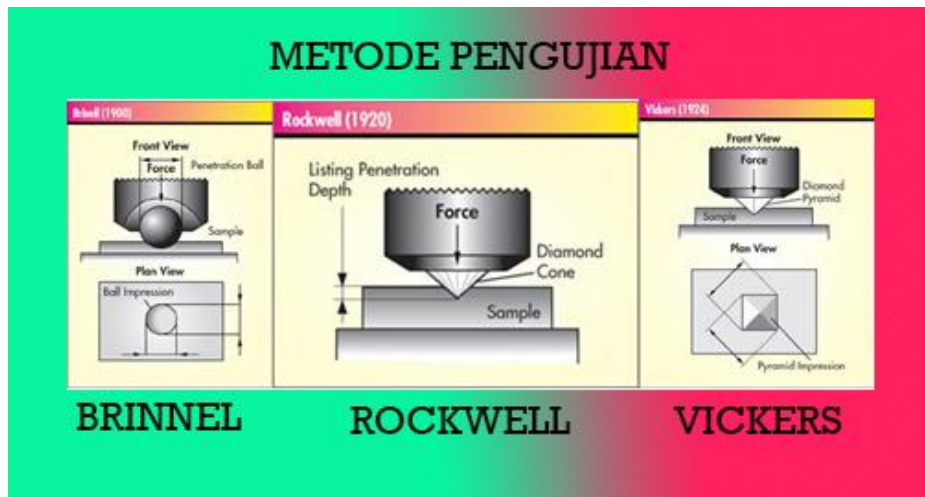
Gambar 2. 1 Diagram Temperatur Terhadap Waktu

Sumber : (Karmin dan Ginting, 2012)

2.2.3 Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan pada baja bertujuan untuk mengetahui kekerasan baja tersebut. Pengujian kekerasan bertujuan untuk mengetahui seberapa besar tingkat kekerasan baja. Metode pengujian kekerasan telah disepakati melalui tiga metode

pengujian kekerasan dengan satuan standar, yaitu penekanan, dinamika, dan goresan. Pengujian kekerasan dengan cara pengepresan banyak digunakan oleh industri permesinan, karena prosesnya yang sangat mudah dan cepat dalam memperoleh angka kekerasan logam jika dibandingkan dengan metode pengujian lainnya. Ada tiga jenis pengujian kekerasan dengan cara pengepresan, yaitu pengujian kekerasan menggunakan metode *Rockwell*, *Brinell*, dan *Vickers*. Ketiga metode tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, serta perbedaan dalam menentukan angka kekerasan.



Gambar 2. 2 Metode Pengujian
 Sumber : (Testing Indonesia, 2018)

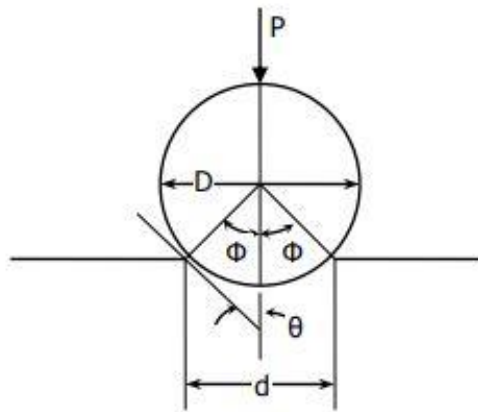
Metode *Brinell* dan *Vickers* memiliki prinsip dasar yang sama dalam menentukan angka kekerasan, yaitu berfokus pada perhitungan kekuatan material untuk setiap luas penampang yang menerima beban. Sedangkan metode *Rockwell* berfokus pada pengukuran kedalaman kompresi atau indenter yang membentuk lekukan pada benda uji.

2.2.4 Metode Pengujian *Rockwell*

Metode pengujian kekerasan *Rockwell* ini prosesnya cepat dan bebas dari kesalahan manusia, mampu membedakan perbedaan kecil dalam kekerasan baja yang dikeraskan dan ukuran lekukan yang kecil, sehingga bagian yang menerima perlakuan panas lengkap dapat diuji kekerasannya tanpa menyebabkan kerusakan. Pengujian ini menggunakan kedalaman lekukan pada beban konstan sebagai ukuran kekerasan. Awalnya diterapkan beban kecil (*small load*) 10 kg untuk menempatkan benda uji. Kemudian beban besar (beban utama) diterapkan, dan secara otomatis kedalaman lekukan akan dicatat oleh pengukur yang menunjukkan angka kekerasan. Untuk indenter, kerucut berlian 120° dengan bagian atas hampir bulat, yang dikenal sebagai penumbuk *Brale*, dan bola baja berdiameter 1/16 inci dan 1/8 inci digunakan. Beban yang digunakan adalah 60, 100 dan 150 kg.

2.2.5 Metode Pengujian *Brinell*

Pengujian *Brinell* dilakukan dengan menekan bola baja yang diperkeras (terbuat dari baja krom) dengan diameter tertentu dengan gaya tekan statis pada permukaan logam. Permukaan material yang akan diuji harus rata dan bersih. Setelah gaya tekan dihilangkan dan bola baja dikeluarkan dari lekukan, diameter lekukan atas diukur untuk menentukan kekerasan material yang diuji.



Gambar 2. 3 Uji *Brinell*

Sumber : (I Dewa Gede Ary Subagia, 2015)

dengan menggunakan rumus :

$$BHN = \frac{2P}{\pi D [D - \sqrt{D^2 - d^2}]} \dots \dots \dots (2.1)$$

dimana :

P = beban yang diberikan (Kg atau Kgf)

D = diameter indenter (mm)

d = diameter bekas lekukan (mm)

Kekerasan ini disebut *Brinell Hardness*, atau BHN (*Brinell Hardness Number*). Semakin keras logam yang diuji, semakin tinggi nilai BHN. Ketika kita menggunakan bola baja untuk uji *Brinell*, biasanya terbuat dari baja berlapis krom atau *karbida cermentite*. Bola *Brinell* tidak boleh berubah bentuk sama sekali selama proses pengepresan ke permukaan logam uji. Standar untuk bola *Brinell* adalah 10 mm atau 0,3937 in, dengan deviasi maksimum 0,005 mm atau 0,0002 in. Selain standar di atas, ada juga bola *Brinell* dengan diameter lebih kecil (\varnothing 5 mm, 2,5 mm, 2 mm, 1,25 mm, 1 mm, 0,65 mm) yang juga memiliki toleransi tersendiri. Misalnya, untuk diameter 1 hingga 3 mm kira-kira 0,0035 mm, antara 3 hingga 6 mm adalah 0,004 mm, dan antara 6 hingga 10 mm adalah 0,005 mm. Penggunaannya tergantung pada gaya tekan P dan jenis logam yang diuji, sehingga pengujian harus dapat memilih diameter bola yang paling sesuai.

2.2.6 Metode Pengujian *Vickers*

Metode *Vickers* adalah penekanan dengan gaya tekan tertentu oleh suatu indenter berupa piramida intan terbalik dengan sudut puncak 136° terhadap permukaan logam yang akan diuji kekerasannya, dimana permukaan material yang akan diuji harus rata. dan bersih. Setelah gaya tekan statis ini dihilangkan dan piramida berlian dihilangkan dari tanda yang dihasilkan, diagonal persegi panjang atas diukur dengan hati-hati, yang digunakan sebagai kekerasan material yang akan diuji. Permukaan kompresi berbentuk persegi panjang karena piramida adalah piramida sama sisi. Nilai kekerasan yang diperoleh disebut sebagai kekerasan *Vickers*, yang biasa disingkat HV atau VHN (*Vickers Hardness Number*). Untuk memperoleh nilai kekerasan *Vickers*, maka hasil penekanan yang diperoleh dimasukkan ke dalam rumus berikut :

$$d = \frac{d_1+d_2}{2}$$

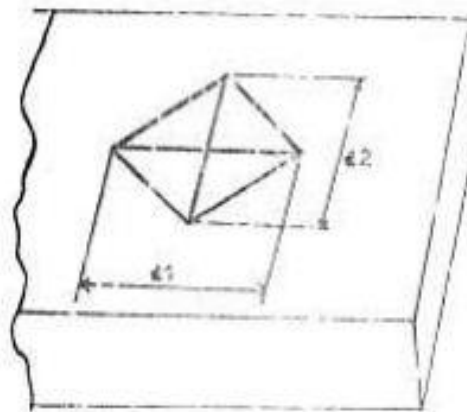
$$HVN = \frac{2 \cdot P \cdot \sin(\theta/2)}{d^2} = 1.854 \frac{P}{d^2} \text{ kg. mm}^2 \dots\dots\dots(2.2)$$

dengan:

d = diagonal rata – rata (mm)

P = beban (kg)

θ = sudut puncak = 136 o



Gambar 2. 4 Hasil Penekanan Uji *Vickers*
 Sumber : (I Dewa Gede Ary Subagia, 2015)

Hal terpenting yang harus dipelajari dalam uji *Vickers* adalah cara menggunakan alat uji kekerasan *Vickers* dalam hal pemasangan indenter piramida intan, penempatan benda uji pada tempatnya, pengaturan beban yang akan digunakan, melihat dan mengukur diagonal segiempat atas jejak seakurat mungkin.

2.2.7 Struktur Mikro

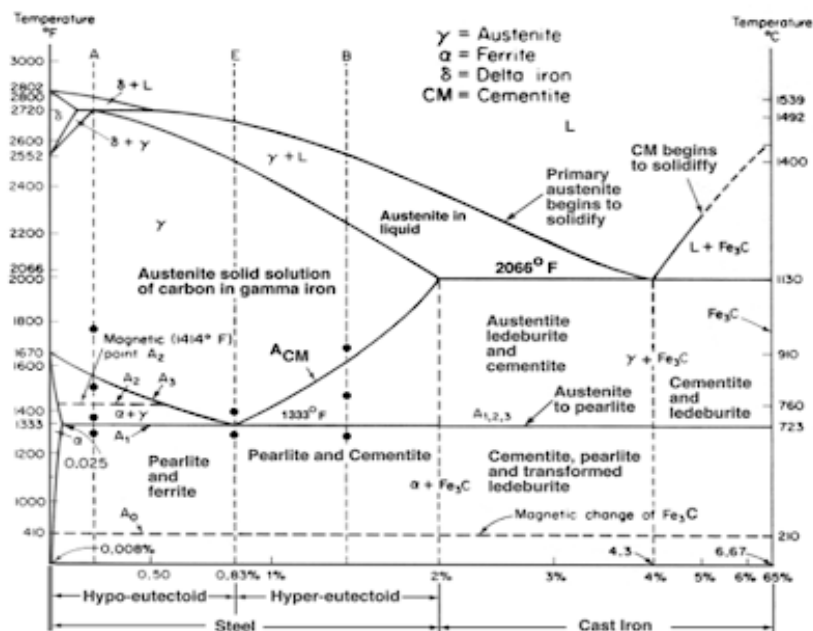
Mikrostruktur adalah struktur yang dapat diamati di bawah mikroskop optik. Meskipun dapat juga diartikan sebagai hasil pengamatan menggunakan *scanning electron microscope* (SEM).

Untuk dapat mengamati struktur mikro suatu bahan dengan mikroskop optik, maka harus dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Poles secara bertahap hingga lebih halus dari 0,5 mikron. Proses ini biasanya dilakukan dengan menggunakan amplas secara bertahap mulai dari grid kecil (100) hingga grid besar (2000). Dilanjutkan dengan pemolesan dengan mesin pemoles dibantu dengan larutan pemoles.
2. *Etching* dilakukan setelah memperluas mikrostruktur. *Etching* adalah membilas atau mencelupkan permukaan bahan yang akan diamati dalam larutan kimia yang dibuat sesuai dengan kandungan logam paduannya. Hal ini dilakukan untuk memunculkan fase-fase dalam struktur mikro.

2.2.8 Diagram Fasa

Dalam proses pembuatannya, komposisi kimia yang dibutuhkan diperoleh saat baja berada dalam fase cair pada temperatur tinggi. Selama proses pendinginan dari suhu lelehnya, baja mulai berubah menjadi fase padat pada suhu 13500, pada fase ini struktur mikro berubah. Perubahan struktur mikro juga dapat dilakukan dengan perlakuan panas. Jika proses pendinginan dilakukan secara perlahan, maka akan tercapai setiap jenis struktur mikro yang seimbang sesuai dengan komposisi kimia dan temperatur baja. Perubahan struktur mikro pada berbagai temperatur dan kandungan karbon dapat dilihat pada Diagram Fase Kesetimbangan.



Gambar 2. 5 Diagram Fasa

Sumber : (garispandang.blogspot.com, 2011)

Penjelasan diagram :

Pada kandungan karbon 6,67% membentuk struktur mikro yang disebut sementit Fe₃C (dapat dilihat pada garis vertikal paling kanan). Sifat-sifat sementit: sangat keras dan sangat rapuh. Di sisi kiri diagram di mana pada kandungan karbon yang sangat rendah, pada suhu kamar struktur mikro ferit terbentuk. Pada baja dengan kandungan karbon 0,83%, struktur mikro yang terbentuk adalah perlit, kondisi temperatur dan kandungan karbon ini disebut titik *Eutectoid*. Pada baja dengan kandungan karbon rendah hingga titik eutektoid, struktur mikro yang terbentuk adalah campuran ferit dan perlit. Pada baja dengan kandungan titik eutektoid hingga 6,67%, struktur mikro yang terbentuk adalah campuran antara perlit dan sementit. Pada pendinginan dari temperatur leleh baja dengan kandungan karbon rendah akan membentuk mikrostruktur *Delta Ferrite* dan kemudian menjadi mikrostruktur *Austenite*.

Pada baja dengan kandungan karbon yang lebih tinggi, suhu leleh menurun dengan meningkatnya kandungan karbon, transisi langsung dari peleburan ke austenit. Dari diagram di atas, kita dapat melihat bahwa dalam proses pendinginan perubahan struktur kristal dan struktur mikro sangat tergantung pada komposisi kimia. Fase Yang Terbentuk :

1. Ferit (besi) Merupakan larutan padat karbon dalam besi dan kandungan karbon dalam besi maksimum 0,025% pada temperatur 723 C. Pada temperatur kamar, kandungan karbonnya 0,008%. Ferit bersifat ulet, lunak dan tahan korosi.
2. Sementit merupakan senyawa logam yang mempunyai kekerasan tinggi atau berkeras diantara fasa-fasanya yang mungkin terjadi pada baja mengandung 6,67% kadar karbon, walaupun sangat keras tapi bersifat getas.
3. Austenit merupakan larutan padat intertisi antara karbon dan besi yang mempunyai sel satuan BCC yang stabil pada temperatur 912°C dengan sifat yang lunak tapi ulet.
4. Perlit (α +Fe₃C) merupakan elektroid yang terdiri dari 2 fasa yaitu ferit dan sementit. Kedua fasa ini tersusun dari bentuk yang halus. Perlit hanya dapat terjadi pada temperatur di bawah 723 C. Sifatnya kuat dan juga tahan terhadap korosi serta kandungan karbonnya 0,83%.
5. Ladeburit Merupakan susunan elektrolit dengan kandungan karbonnya 4,3% yaitu campuran perlit dan sementit. Karena sementit yang banyak, sifatnya halus dan getas.
6. Besi delta (γ) merupakan fasa yang berada antara temperatur 1400 °C – 1535°C dan mempunyai sel satuan BCC (sel satuan kubus) karbon yang larut sampai 0,1%.