

## PENGARUH KARBURASI DENGAN VARIASI MEDIA PENDINGIN TERHADAP MICRO STRUKTUR BAJA KARBON

Muhammad Zuchry M.\*

### **Abstract**

*Heat treatment is a process of heating and cooling of metals in the solid state to change the physical properties of the metal. In the metal that has undergone heat treatment process generally experience changes in the structure due to phase changes in metals in the form of grain size, crystal shape, crystal size, crystal defects, presipitan and content of certain chemical elements. The presence of carbon steel microstructure perubahan to show a material characteristic that can determine its properties, microstructure can be known if the structure is viewed under a microscope metallurgy. The microstructure is known as: ferrite, ferlit, sementik (iron carbide) and austenite with certain variations depending on the level of heat treatment experienced.*

**Keyword:** *Carburizing, Media Cooling, Microstructure, Test Metalography*

### **1. Pendahuluan**

Dalam dunia industri sering kali dibutuhkan bahan yang keras, tahan aus tetapi baja keras yang diperoleh dengan proses pengerasan tembus (Trought hardening) akan mengalami penurunan sifat keuletan atau ketangguhannya. Dalam banyak hal seringkali keuletan atau ketangguhan ini juga diperlukan disamping sifat tahan ausnya. Untuk hal tersebut diperlukan pengerasan pada permukaan yang merupakan salah satu cara untuk memperoleh bagian permukaan (kulit) yang keras, tahan aus dan pada bagian dalam (inti) yang ulet dan tangguh.

Pada pengerasan permukaan (face hardening) juga akan menyebabkan lapisan permukaan menjadi kuat dan pada lapisan permukaan terjadi tegangan sisa. Hal ini menjadikan benda kerja menjadi tahan terhadap batas kelelahan naik (Wachid Sucherman ; 1987).

Kekerasan pada proses pengerasan dipengaruhi oleh komposisi kadar karbon yang dikandung baja sebelum dikeraskan, proses pengerasan, jenis dan bahan pendingin yang digunakan pada proses pengerasan.

Bahan uji yang digunakan adalah baja karbon rendah (ST 37) yang ditemui dipasar bebas, baja ini adalah baja karbon rendah dengan kadar

karbon  $\pm 0,16$  % sehingga tidak bisa dikeraskan secara langsung kecuali dengan penambahan karbon

Salah satu cara untuk mendapatkan permukaan yang keras adalah dengan cara carburizing yaitu benda kerja dimasukkan kedalam kotak baja berisi bahan carburizing dengan menyisakan ruang  $\pm 50$  mm. Setelah ditutup, dipanaskan perlahan lahan hingga mencapai suhu carburizing (850 -1000)<sup>0</sup> C dan ditahan pada suhu tersebut selama beberapa jam.

Pada kegiatan ini dipilih baja karbon ST 37 untuk mengetahui pengaruh variasi suhu carburizing dan bahan pendingin (air, oli, udara, air laut) pada proses carburizing terhadap strukturmikro baja tersebut.

Baja ST 37 adalah baja yang diproduksi untuk bagian bagian mesin , sehingga baja ini perlu mendapatkan sifat-sifat yang lebih baik yaitu keras, tahan aus, ulet dan tangguh dengan melalui erlakuan panas.

### **2. Tinjauan Pustaka**

#### **2.1 Struktur Mikro Baja Karbon**

Jika baja karbon dilihat dibawah mikroskop metallurgy, maka strukturmikro dapat dikenali sebagai pelit, ferrit, sementit (karbida

---

\* Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu

besi), austenit atau bainit dengan beberapa variasi tergantung dari perlakuannya

Sementit atau karbida besi merupakan struktur terkeras pada diagram karbon dengan kandungan karbon 6,67 % C. dalam diagram karbon terlihat bahwa karbida besi ( $\text{Fe}_3\text{C}$ ) berada pada bagian sebelah kanan diagram.

Baja yang mengalami perlakuan panas akan mengalami allotropic yang berlainan . Modifikasi yang dimaksud adalah:

- Austenit atau Besi  
Austenit adalah merupakan larutan pada sela antar karbon dan besi dengan struktur FCC, dan mampu melarutkan maksimum 2 % karbon secara intersitas pada temperature  $1129^\circ\text{C}$  dalam bentuk larutan padat, austenit bersifat liat dan lunak
- Ferrit  
Ferrit adalah besi dengan struktur BBC yang mampu melarutkan 0,008 % C pada temperature  $723^\circ\text{C}$  Ferrit membentuk larutan padat intersiti dengan karbon pada luasan yang sempit dengan struktur yang paling luas
- Perlit  
Perlit merupakan campuran eutektoid dengan kandungan 0,8 % karbon yang tampak tersusun berlapis-lapis secara bergantian dari ferrit dan sementit. Oleh karena itu perlit mempunyai sifat antara ferrit dan sementit yaitu cukup kuat dan tahan terhadap korosi. Perlit terbentuk pada suhu  $723^\circ\text{C}$ , dimana pada saat pendinginan 0,8 % karbon akan menghasilkan 100 % perlit pada komposisi eutektoid. Bila laju pendinginan lambat maka karbon dapat berdifusi lama sehingga terbentuk perlit kasar, sedangkan bila laju pendinginan dipercepat maka akan terbentuk perlit halus
- Sementit atau karbida besi  
Sementit adalah senyawa kimia antara besi dengan karbon dengan kandungan karbon sebanyak 6,67 % karbida besi ( $\text{Fe}_3\text{C}$ ) menyatakan bahwa tiga atom besi terikat oleh salah satu atom karbon yang menjadi sebuah karbida besi. Sementit memberikan kekerasan yang tinggi pada baja
- Martensit  
Struktur martensit terbentuk karena adanya pemanasan kemudian didinginkan dengan cepat (Quenching) yang terbentuk dibawah temperature eutektoid tetapi masih dibawah temperature tuang, karena austenit tidak stabil pada

pendinginan diatas, sehingga terjadi secara serentak strukturnya berubah menjadi kubus pusat rung tetragonal (BBC). Pada keadaan ini tidak terjadi difusi melainkan pengerasan sebab semua atom karbon tetap tertinggal dalam lapisan padat karena strukturnya tidak berbentuk kubus maka karbon terperangkap sehingga sulit terjadi slip sehingga dalam hal ini martensit mempunyai sifat keras, rapuh, dan mempunyai kekuatan tarik yang tinggi. Sifat martensit yang tidak stabil harus ditemper untuk menghilangkan tegangan dalam agar diperoleh sifat yang lebih liat dan kuat

## 2.2 Proses *Carburizing*

Proses Carburizing dikenal dengan proses pengerasan permukaan (Surface hardening). Proses ini digunakan pada elemen mesin yang diinginkan permukaannya yang keras tetapi bagian inti tetap liat, misalnya pada roda gigi, poros yang berputar sehingga keausan elemen tersebut dapat dikurangi. Proses carburizing dilakukan dengan memanaskan baja disekitar temperature transformasi austenit antara ( $816 - 983$ )  $^\circ\text{C}$  tergantung kadar karbon C material dapat dilihat pada diagram fasa baja karbon didalam lingkungan yang kaya akan kadar karbon. Bahan sbagai sumber karbon diantaranya arang, coal (briquet batu bara), cyanide, sodium carbonate, atau barium carbonate, hydrocarbon methane dan propane.

Ada 2(dua) cara proses Carburizing:

- a. Carburizing dengan media padat  
Komponen yang dimasukkan dalam kotak baja yang berisi bahan carburizing yaitu bahan kaya akan karbon seperti Dufferi, tempurung kelapa atau arang yang ditambah katalisator kurang lebih 40 % yang dimaksudkan untuk mempercepat karbon dalam reaksi kimia. Setelah ditutup rapi dipanaskan secara perlahan-lahan hingga mencapai suhu ( $900-950$ )  $^\circ\text{C}$  dan ditahan lebih dari 6 jam sesuai dengan kedalaman yang dikehendaki.
- b. Carburizing dengan media cair  
Carburizing ini dilakukan dengan memanaskan komponen kurang lebih  $900^\circ\text{C}$  selama 3 jam atau lebih pada satu dapur khusus yang mengandung gas hydrocarbon methane atau propane, sehingga pada permukaan komponen akan tersimpan atom karbon.  
Carburizing ini banyak digunakan karena mempunyai kelebihan yaitu permukaan komponen tetap bersih, hasil yang diproses lebih

banyak, kandungan karbon pada lapisan permukaan dapat dikontrol. Jika besi dipanaskan dalam lingkungan yang kaya akan karbon maka pada permukaan material terbentuk lapisan yang kaya akan karbon. telah temperature pemanasan tercapai dan ditahan pada temperature tersebut dengan selang waktu tertentu, maka karbon akan berdifusi sampai kedalaman tertentu sesuai dengan kedalaman pengarbonan yang dikehendaki.

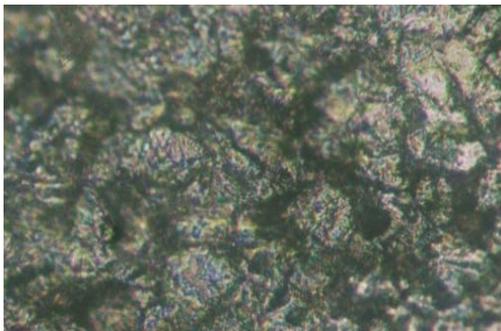
### 3. Metode Penelitian

Kegiatan penelitian ini dibagi beberapa tahap, yaitu tahap persiapan, tahap pengerjaan, tahap pengujian dan tahap analisa. Pada tahap pengerjaan benda kerja, dilakukan proses karburasi dengan media cocas (briket batubara) pada temperatur 900 °C dan 950 °C dengan pemberian waktu tahan selama 3 jam dalam tungku kemudian didinginkan dengan air, oli udara dan air laut. Langkah selanjutnya ialah proses uji *methallography*.

### 4. Hasil dan Pembahasan

#### 4.1 Spesimen normal

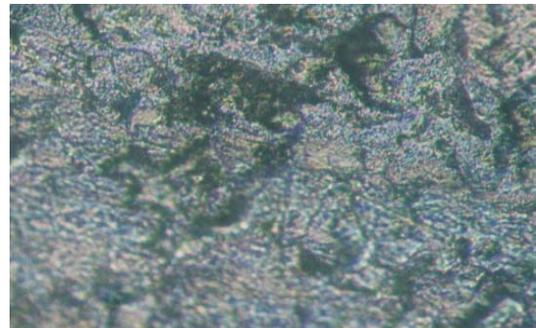
Spesimen ini tidak mengalami proses carburizing dan pendinginan dimana digunakan untuk membandingkan struktur yang terbentuk dengan specimen yang mengalami proses carburizing dan pendinginan. Pada specimen ini terlihat adanya ferit yang halus dan agak terang, sedang perlit terlihat agak gelap dan kasar. Spesimen yang tidak mengalami proses carburizing dan pendinginan ini paling lunak jika dibandingkan dengan spesimen yang lain.



Gambar 1. Mikrostruktur Spesimen normal

#### 4.2 Spesimen dengan pendinginan udara

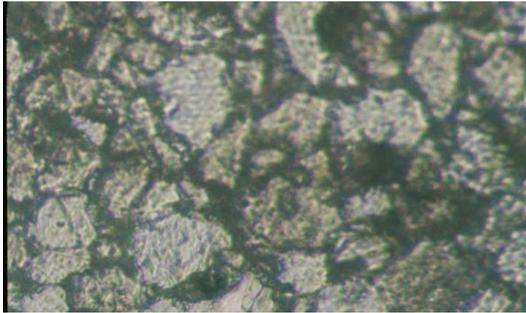
Pada specimen dengan dengan pendinginan udara menghasilkan kandungan ferit dengan perlit, baik pada proses carburizing 900oC maupun 950oC. Ferit yang merupakan larutan padat dari atom-atom pada karbon murni dan mempunyai sel-sel kubus dan mempunyai sifat-sifat liat dan lunak terlihat lebih halus dibandingkan pada specimen normal. Perlit juga terlihat tersusun dalam bentuk lapisan-lapisan halus dan mempunyai sifat kuat dan cukup keras dari ferit. Dibandingkan dengan bahan yang mengalami pendinginan dengan media lain maka specimen ini paling lunak diantara media pendinginan yang lain tetapi lebih keras dari specimen normal. Kekuatan tarik yang terjadi seiring dengan waktu tahan yang diberikan. Ini juga terjadi karena pendinginan yang lambat dibandingkan dengan pendinginan yang lain (Oli, air laut, dan air).



Gambar 2. Mikrostruktur Spesimen dengan pendinginan udara

#### 4.3 Spesimen dengan pendinginan oli

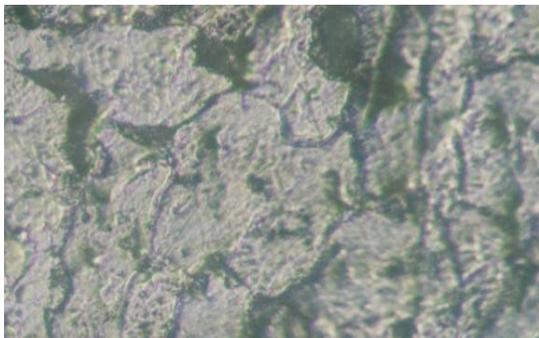
Sama dengan specimen pendinginan udara pada specimen dengan dengan pendinginan oli juga masih menghasilkan kandungan ferit dengan perlit, baik pada pemanasan 900oC maupun 950oC. Pada Ferit yang merupakan larutan padat dari atom-atom pada karbon murni dan mempunyai sel-sel kubus dalam pada temperature 910oC dan mempunyai sifat-sifat liat dan lunak. Perlit merupakan senyawa eutectoid yang sebenarnya tersusun dari fasa sementit dan ferit yang tersusun dalam bentuk lapisan-lapisan halus dan mempunyai sifat kuat dan cukup keras. Dibandingkan dengan bahan yang mengalami pendinginan dengan media udara dan specimen normal maka specimen dengan pendinginan oli lebih keras. Ini terjadi karena media pendingin oli lebih cepat dibandingkan dengan pendinginan udara



Gambar 3. Mikrostruktur Spesimen dengan pendinginan oli

#### 4.4 Spesimen dengan pendinginan air

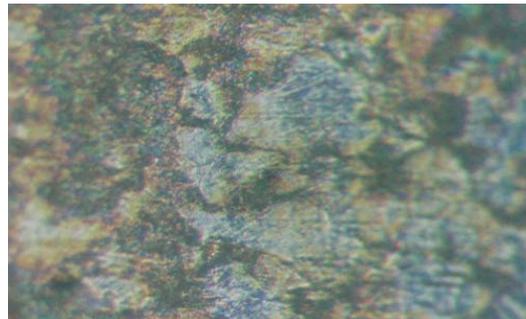
Pada specimen dengan dengan pendinginan air menghasilkan kandungan ferit, perlit dan martensit pada pemanasan 900oC maupun 950oC. Ferit yang merupakan larutan padat dari atom-atom pada karbon murni dan mempunyai sel-sel kubus dalam pada temperature 910oC dan mempunyai sifat-sifat liat dan lunak. Perlit yang tersusun dalam bentuk lapisan-lapisan halus dan mempunyai sifat kuat dan cukup keras, pada pendinginan cepat butiran ferit dan perlit menjadi lebih halus, martensit juga terjadi sehingga austenit bertransformasi menjadi martensit. Hal ini yang menyebabkan martensit mempunyai sifat keras, rapuh dan kekuatan tariknya lebih tinggi dari perlit Dibandingkan dengan bahan yang mengalami pendinginan dengan media lain maka specimen ini lebih keras diantara media pendinginan udara , oli dan air laut Ini terjadi karena pendinginan yang terjadi lebih cepat dibandingkan dengan pendinginan udara ,oli dan.air.



Gambar 4. Mikrostruktur Spesimen dengan pendinginan oli

#### 4.5 Spesimen dengan pendinginan air laut

Pada specimen dengan dengan pendinginan air laut menghasilkan kandungan ferit, perlit dan martensit pada pemanasan 900oC maupun 950oC. Ferit yang merupakan larutan padat dari atom-atom pada karbon murni dan mempunyai sel-sel kubus dalam pada temperature 910oC dan mempunyai sifat-sifat liat dan lunak. Perlit yang tersusun dalam bentuk lapisan-lapisan halus dan mempunyai sifat kuat dan cukup keras, sedangkan martensit terjadi karena pendinginan yang cepat sehingga austenit bertransformasi menjadi martensit. Hal ini yang menyebabkan martensit mempunyai sifat keras, rapuh dan kekuatan tariknya lebih tinggi dari perlit Dibandingkan dengan bahan yang mengalami pendinginan dengan media lain maka specimen ini lebih keras diantara media pendinginan udara dan oli Ini terjadi karena pendinginan yang terjadi lebih cepat dibandingkan dengan pendinginan udara dan oli.



Gambar 5. Mikrostruktur Spesimen dengan pendinginan air laut

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Waktu penahanan (holding time) juga akan memberikan pengaruh pada perubahan struktur mikro baja, dimana semakin lama waktu penahanan yang diberikan maka terjadi perubahan struktur mikro baik fasa, ukuran maupun banyaknya butir, disamping itu pada proses carburizing dengan pemberian variasi media pendingin juga berpengaruh pada struktur mikro dari baja, dari uji metalography yang dilakukan .terjadi perubahan struktur mikro baik itu fasa yang terjadi maupun ukuran dan banyaknyaserta sifat-sifatnya

## 5.2 Saran

- Sebagai bahan pembanding sebaiknya dilakukan pengujian menggunakan variasi media carburasi
- Pengujian dapat menggunakan ketebalan spesimen yang bervariasi dan waktu penahanan yang lebih variatif

## 6. Daftar Pustaka

- Anwar Alamsyah, 1993, *Pengembangan Teknik Perlakuan Panas pada Baja yang berwawasan Lingkungan*, PT. Tira Austenit Graha Bakti Praja
- Dieter, George E, 1986, *Mechanical Metallurgy*, Mc Graw Hill Book Company Printers Ltd.
- George Krauss, 1990, *Steel Heat Treatment and Processing Principles*, ABM International
- Lawrence H. Van Vlack, 1992, *Ilmu dan Teknologi Bahan*, Edisi kelima, Erlangga, Jakarta
- Politeknik Manufaktur Bandung, *Pengetahuan Bahan*, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Bandung
- Suhartono, H. Agus, 1994, *Pengaruh Karburasi Terhadap Ketahanan Lelah Baja Karbon Medium dengan Takik V*, majallah BPPT, No LIX, Jakarta
- Tata Sudria, MS, Prof, 1988, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Pradya Paramita, Jakarta