

PENGARUH PEMANASAN DAN QUENCHING DENGAN AIR LAUT TERHADAP STRUKTUR MIKRO BAJA KARBON SEDANG

Lelawati

¹⁾Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH Bengkulu
^{*)}Correspondence email: llwtnaz@yahoo.com

Abstrak

Baja karbon merupakan paduan besi dan Cu sedikit tambahan Si, Mn, P, S. Sifat baja yang sangat tergantung pada kandungan karbonnya. Baja Carbon sedang banyak digunakan pada baut, plat, sekrup dan berbagai profil karena memiliki kandungan Carbon (C) antara 0,22-0,50 %. Sifat baja ini memiliki kekerasan relatif rendah, lunak, jenis baja ini dapat dikeraskan dengan cara di *quenching*. Metode *quenching* dapat meningkatkan kekerasan permukaan, kekuatan dan memperbaiki ketahanan baja, keuntungan metode ini tidak memerlukan media tambahan lain cukup dengan media pendingin. Tujuan dari pengujian struktur mikro untuk mengetahui ukuran butiran dari baja sebelum perlakuan dan setelah perlakuan. Dari hasil penelitian didapat Non Perlakuan ialah 12,05 μm , *quenching* air laut ialah 16,66 μm .

Kata Kunci : Baja Carbon Sengah, Struktur Mikro, Quenching

PENDAHULUAN

Baja karbon sedang adalah logam yang penting dan paling banyak dipakai sebagai material teknik dalam dunia industri, konstruksi maupun sebagai komponen mesin. Besar kecilnya prosentase unsur karbon akan berdampak pada sifat mekanik dari baja tersebut misalnya kekerasan, kerapuhan, keuletan, kemampuan bentuk dan sifat-sifat mekanik lainnya. Penggunaan besi baja kadar karbon sedang secara umum banyak digunakan dalam bidang konstruksi seperti untuk konstruksi kapal, konstruksi kendaraan, plat, pipa serta mur baut dan sebagainya. Plat baja karbon sedang banyak digunakan pada bidang konstruksi seperti bodi mobil, plat landasan dan lainnya yang memerlukan kekerasan dan keuletan tinggi. Karakteristik baja karbon sedang adalah mempunyai ketangguhan dan keuletan yang tinggi, mudah dibentuk tetapi kekerasannya rendah dan sulit untuk dikeraskan (Amanto, 1999).

Kekerasan baja karbon sedang dapat ditingkatkan sehingga baja karbon sedang sangat baik digunakan sebagai bahan komponen-komponen mesin yang mengalami kelelahan yang disebabkan keausan permukaan akibat beban yang bekerja bolak-balik. Luasnya penggunaan baja karbon sedang, maka baja karbon sedang perlu diberi perlakuan untuk meningkatkan kualitasnya, Akibat dari pemakaian, dapat menyebabkan struktur logam akan terkena pengaruh gaya luar berupa tegangan-tegangan gesek sehingga menimbulkan deformasi atau perubahan bentuk. Usaha menjaga agar logam lebih tahan gesekan atau tekanan adalah dengan cara perlakuan panas pada baja (Fariadhie, 2012).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemanasan terhadap struktur mikro pada material baja karbon sedang dengan *quenching* menggunakan air laut. Pengaruh utama kandungan karbon dalam baja adalah kekuatan, kekerasan dan sifatnya mudah dibentuk. Kandungan besar dalam baja mengakibatkan meningkatnya kekerasan tapi baja tersebut akan rapuh dan tidak mudah dibentuk, (Davis, 1992).

Baja karbon merupakan paduan besi sedikit tambahan Si, Mn, P, S dan Cu. Sifat baja yang sangat tergantung pada kadar karbon, bila kadar karbonnya naik maka kekuatan dan kekerasan juga akan bertambah tinggi, (Wiryosumatro, 2000).

Menurut Sack (1997), baja karbon dikelompokkan menjadi tiga bagian yaitu:

1. Baja Karbon Rendah

Baja karbon rendah adalah memiliki kandungan karbon di antara 0,01% sampai 0,24%. baja karbon rendah sering disebut dengan baja ringan (*mild steel*) atau baja perkakas yang memiliki sifat mudah dibentuk, dilas dan dituang. Baja dengan prosentase karbon rendah biasanya digunakan untuk konstruksi jembatan dan lainnya.

2. Baja Karbon Sedang

Baja karbon sedang adalah baja yang kandungan karbonnya 0,25% sampai dengan 0,55%. Baja karbon sedang memiliki kekuatan yang lebih baik dari baja karbon rendah dan mempunyai kualitas perlakuan panas yang tinggi. Baja karbon sedang biasanya dilas busur listrik elektroda terlindungi dan proses pengelasan yang lain. Untuk hasil yang lebih baik maka dilakukan pemanasan mula sebelum pengelasan dan *quenching* setelah pengelasan. Selain kandungan karbon, komposisi logam baja sedang antara lain meliputi Silikon, Sulfur, Mangan, Kromium, Fosfor dan Nikel dengan persentase yang bervariasi sebagaimana ditampilkan pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Contoh komposisi baja karbon sedang (logamceper, 2018)

NO	Komposisi	Persentase(%)
1	Karbon	0,26
2	Silikon	0,48
3	Sulfur	0,02
4	Mangan	0,38
5	Kromium	0,16
6	Fosfor	0,03
7	Nikel	0,06

3. Baja Karbon Tinggi

Baja Karbon Tinggi adalah kandungan karbon paling tinggi jika dibandingkan dengan karbon lainnya, yakni memiliki kandungan karbon 0,56% sampai 0,70%. Kebanyakan baja karbon tinggi sulit untuk dilas jika dibandingkan dengan baja karbon rendah dan sedang. Baja spesifikasi ini banyak digunakan sebagai komponen otomotif misalnya untuk komponen roda gigi pada kendaraan bermotor dan konstruksi umum.

Sifat mekanis baja juga dipengaruhi oleh cara mengadakan ikatan karbon dengan besi. Terdapat 3 (tiga) bentuk utama Kristal saat karbon mengadakan ikatan dengan besi yaitu: (Schonmentz,1990).

1. Ferite, yaitu besi murni (Fe) terletak dapat saling berdekatan tidak teratur, baik bentuk maupun besarnya. Ferit merupakan bagian baja yang paling lunak, ferit murni tidak akan cocok digunakan sebagai bahan untuk benda kerja yang menahan beban karena kekuatannya kecil.
2. Karbid besi (Fe_3C), suatu senyawa kimia antar besi dengan karbon sebagai struktur tersendiri yang dinamakan Sementit. Sementit baja merupakan suatu senyawa.
3. Pearlite, merupakan campuran antara ferit dan sementit dengan kandungan karbon sebesar 0,8%. Struktur perlit mempunyai Kristal ferit tersendiri dan serpihan sementit halus yang paling berdampingan dalam lapisan tipis mirip lamel.

Proses pendinginan yang cepat akan mendapatkan sifat logam yang keras dan getas sedangkan untuk pendinginan yang lambat akan mendapatkan sifat yang lunak dan ulet. Untuk mendapatkan hasil dari proses perlakuan panas sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai seperti sifat mekanis kekuatan tarik, kekerasan material dan lain- lain dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: temperatur pemanasan, lama penahanan dan media pendingin (Priyanto, 2011).

Struktur Mikro

Struktur Mikro merupakan butiran-butiran atau kristal logam yang sangat kecil dan tidak dapat dilihat dengan mata secara langsung sehingga perlu menggunakan mikroskop elektron untuk pemeriksaan butiran-butiran logam tersebut. Struktur material berkaitan dengan komposisi, sifat mekaniknya. Analisa Struktur Mikro adalah sebagai parameter untuk menentukan struktur yang berada dalam spesifikasi tertentu dan didalam penelitian ini digunakan perubahan-perubahan struktur mikro yang terjadi sebagai akibat perlakuan panas (Adawiyah, 2015).

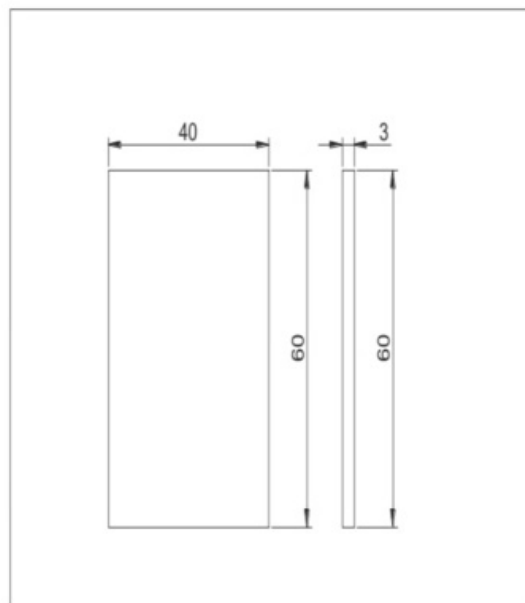
Sifat-sifat fisis dan mekanik dari material tergantung dari struktur mikro material tersebut. Struktur mikro dalam logam ditunjukkan dengan besar, bentuk dan orientasi butirnya, jumlah fasa, proporsi dan kelakuan dimana mereka tersusun atau terdistribusi. Struktur mikro dari paduan tergantung dari beberapa faktor seperti, elemen paduan, konsentrasi dan perlakuan panas yang diberikan. Pengujian struktur mikro atau mikrografi dilakukan dengan bantuan mikroskop dengan koefisien pembesaran dan metode kerja yang bervariasi (Mochammad Alan, 2012).

Perlakuan Panas

Perlakuan panas (*heat treatment*) merupakan proses pemanasan logam sampai atau lebih diatas temperatur kritisnya (723°C) kemudian didinginkan dengan cepat dengan media pendingin yang telah disiapkan. Perlakuan panas didefinisikan sebagai kombinasi operasi pemanasan dan pendinginan yang terkontrol dalam keadaan padat untuk mendapatkan sifat-sifat tertentu pada baja/logam paduan (Arief Murtiono, 2012).

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini akan dilaksanakan di UNSRI (Universitas Sriwijaya Palembang) di kampus Indra Laya. Spesimen berupa baja karbon sedang yang berbentuk plat dipotong menjadi 2 (dua) bagian dengan ukuran yang sama panjang masing-masing ukuran panjang 60 mm, lebar 40 mm, dan tebal 3 mm seperti yang terlihat pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Bentuk Spesimen

Metode Perlakuan Spesimen

Pemanasan dan perendaman dilaksanakan di PT. Sinar Harapan Teknik Betungan. Bengkulu, Pengujian struktur mikro dilakukan di lab. Teknik Unsri Palembang dengan tahapan :

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pengujian struktur mikro anatara lain :

1. Pemotongan bahan dengan menggunakan mesin potong
2. Pemanasan dengan suhu 900°C.
3. Waktu tempering, oli semi synthetic memerlukan waktu beberapa saat untuk mendinginkan specimen.
4. *Grinding*, Proses *Grinding* bertujuan untuk memperhalus permukaan hasil pemotongan dengan media *Grinding* menggunakan amplas dengan berbagai tingkat kekerasan *grade* 100, 180, 220, 700, 1000 dan 1200 sampai mendapatkan permukaan spesimen uji yang halus.
5. *Polishing* Tujuan proses *polishing* adalah untuk mendapatkan permukaan-permukaan spesimen uji yang benar-benar halus dan memenuhi persyaratan untuk dilakukan pemotretan dengan menggunakan kamera. Media *polishing* yang digunakan adalah diamond dalam bentuk pasta.
6. Proses mengetsa (*Etching*) struktur mikro pada spesimen logam dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop eletron dengan media etsa larutan. Spesimen uji yang telah dipolishing dicelupkan ke dalam larutan nital 2,5% dengan bantuan alat penjepit selama 15-20 detik kemudian langsung dibilas dengan air bersih atau alkohol dan dikeringkan dengan alat pengering.
7. Pemotretan Spesimen yang telah selesai dietsa kemudian disiapkan untuk diamati di bawah mikroskop eletron agar struktur mikronya dapat terlihat dengan jelas dan dapat dilakukan dengan pembesaran 100x, 200x dan atau 500x.

Pengujian Struktur Mikro

Tujuan dari pengujian struktur mikro (Metalografi) adalah menganalisa jenis dan bentuk struktur mikro setelah mengalami proses heat treatment agar dapat membandingkan struktur mikro dengan tanpa perlakuan panas. untuk mencari bukti struktur dengan menggunakan rumus.

Perhitungan ukuran butiran rata-rata \bar{d}

$$\bar{d} = \frac{Lt}{M \times Tp} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

- \bar{d} : Ukuran butiran rata-rata (μm)
- Lt : Panjang Garis (mm)
- Tp : Jumlah titik potongan rata-rata
- M : Pembesaran (x)

Tujuan penelitian struktur mikro ini adalah untuk melihat struktur mikro logam dan butiran-butiran logam, menganalisa jenis bentuk dan struktur mikro setelah mengalami proses perlakuan panas baja karbon sedang dengan pemotretan dengan pembesaran 200x. Untuk menguji struktur mikro tersebut digunakan alat mikroskop sebagaimana pada gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Mesin Uji Struktur Mikro

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Struktur Mikro Tanpa Perlakuan

Setelah dilakukan pemanasan terhadap spesimen dengan tanpa perlakuan maka dilakukan pengamatan dan pemotretan struktur mikro spesimen dengan 200x pembesaran. Hasil visual struktur mikro spesimen dengan tanpa perlakuan dapat dilihat pada gambar 3 yang menunjukkan visual *Martensite, Pearlite dan Ferrite*.

Perhitungan ukuran butiran rata-rata \bar{d}

$$\bar{d} = \frac{Lt}{M \times Tp}$$

Dimana :

\bar{d} : Ukuran butiran rata-rata (μm)

Lt : PanjangGaris (mm)

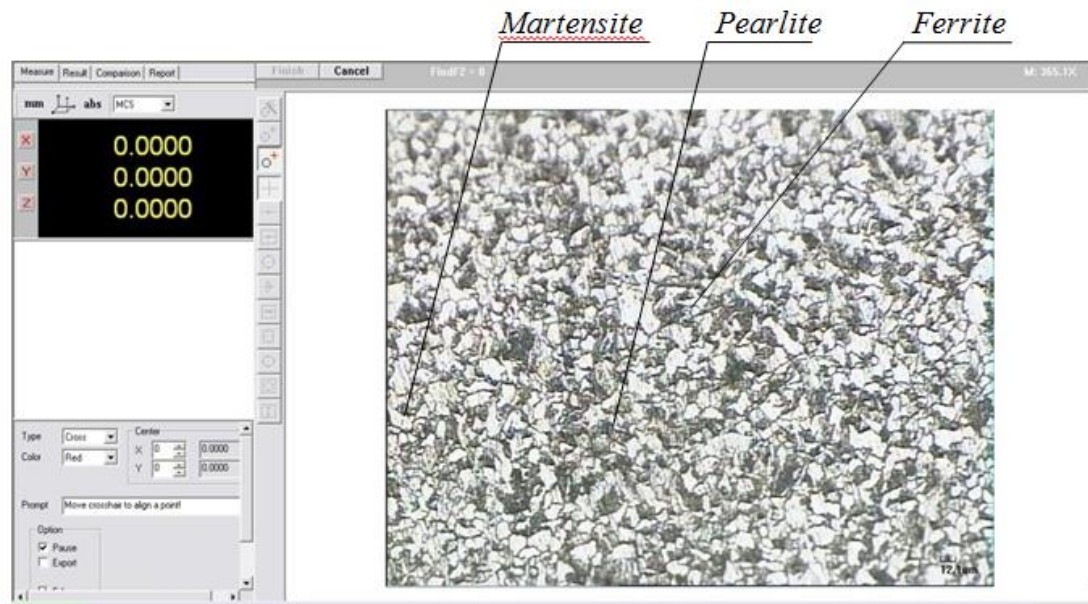
Tp : Jumlah titik potongan rata-rata

M : Pembesaram (X)

$$\bar{d} = \frac{90}{200 \times \frac{41 + 32 + 39}{3}}$$

$$\bar{d} = 0,01205 \mu m$$

$$\bar{d} = 12,05 \mu m$$



Gambar 3. Struktur Mikro Non Perlakuan Pada Baja Karbon Sedang Dengan Pembesaran 200x

Keterangan:

1. Martensite ialah berbentuk pola kristal dan bergaris-garis putih hitam yang mempunyai jumlah butiran lebih banyak dari butiran kristal perlite dan ferrite.
2. Fearnite ialah berbentuk kristal hitam yang memiliki jumlah butiran sangat sedikit dari butiran martensite dan ferrite.
3. Ferrite ialah berbentuk kristal putih yang memiliki jumlah butiran di bawah jumlah butiran kristal martensite banyak dari pada pearlite.

2. Struktur Mikro *diquenching* dengan Air Laut

Selanjutnya dilakukan pengamatan struktur mikro spesimen dengan perlakuan *quenching* air laut. Hasilnya menunjukkan ada perbedaan profil struktur antara spesimen dengan perlakuan dibandingkan spesimen tanpa perlakuan sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4. Kemudian didapat gambar struktur mikro masing-masing spesimen, dilakukan pengukuran butiran dan perhitungan butiran rata-rata tiap spesimen baik dengan perlakuan maupun tanpa perlakuan. Hasil ukuran rata-rata butiran spesimen sebagaimana ditunjukkan pada tabel 2.

Perhitungan ukuran butiran rata-rata \bar{d}

$$\bar{d} = \frac{Lt}{M \times Tp} \dots$$

Dimana :

\bar{d} : Ukuran butiran rata-rata (μm)

Lt : PanjangGaris (mm)

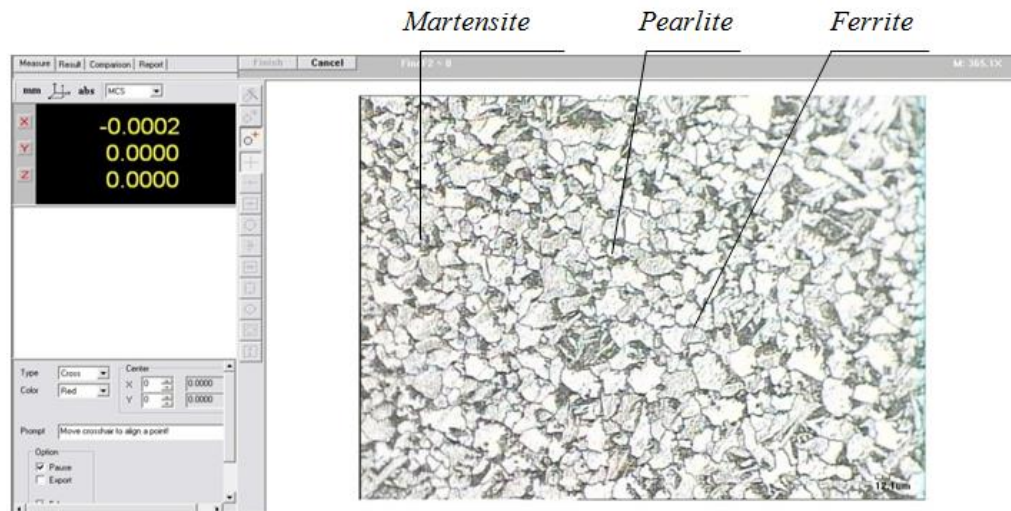
Tp : Jumlah titik potongan rata-rata

M : Pembesaram (X)

$$\bar{d} = \frac{90}{200 \times \frac{26 + 13 + 42}{3}}$$

$$\bar{d} = 0,01666 \mu m$$

$$\bar{d} = 16,66 \mu m$$



Gambar 4. Struktur mikro *diquenching* air laut pada baja karbon sedang dengan pembesaran 200x.

Keterangan:

1. Martensitas ialah berbentuk pola kristal dan bergaris-garis putih hitam yang mempunyai jumlah butiran yang paling banyak dari butiran kristal pearlite dan ferrite.
2. Pearlite ialah berbentuk kristal hitam yang memiliki jumlah butiran sangat sedikit dari butiran kristal martensite dan ferrite.
3. Ferrite ialah berbentuk kristal putih yang memiliki jumlah butiran dibawah jumlah butiran kristal martensite serta lebih banyak dari pada pearlite.

Perhitungan ukuran butiran rata-rata \bar{d}

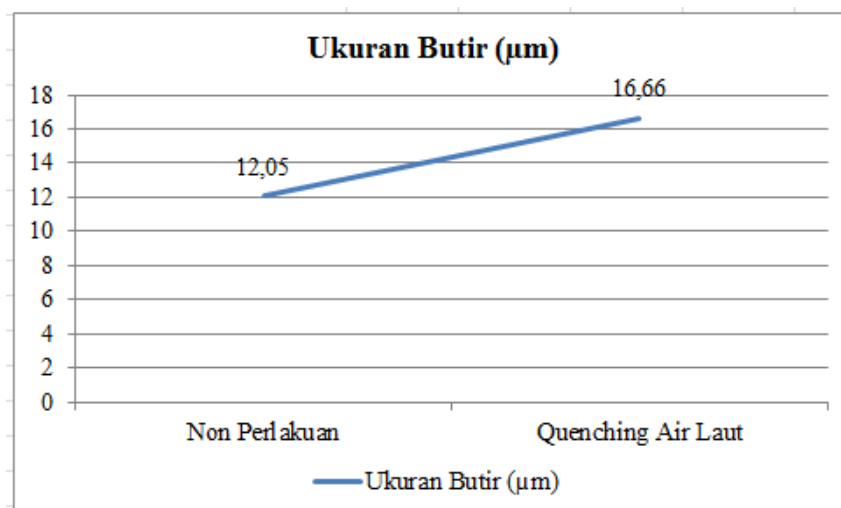
$$\bar{d} = \frac{Lt}{M \times Tp}$$

Dimana :

- \bar{d} : Ukuran butiran rata-rata (μm)
 - Lt : PanjangGaris (mm)
 - Tp : Jumlah titik potongan rata-rata
 - M : Pembesaram (X)
- $$\bar{d} = \frac{90}{200 \times \frac{26 + 13 + 42}{3}}$$
- $$\bar{d} = 0,01666 \mu m$$
- $$\bar{d} = 16,66 \mu m$$

Tabel 2. Ukuran butiran rata-rata untuk masing-masing perlakuan.

No	Perlakuan	Ukuran Butiran μm
1.	Non Perlakuan	12,05
2	Quenching Air Laut	16,66



Gambar 5. Grafik ukuran butiran untuk masing-masing perlakuan pada spesimen baja karbon sedang

Berdasarkan grafik pada gambar 5 di atas dapat dianalisa hasil photo struktur mikro plat baja karbon sedang tanpa perlakuan dibandingkan dengan perlakuan menunjukkan grafik kenaikan jumlah butiran sebesar 16,66 µm setelah di *quenching* air laut.

KESIMPULAN

Untuk mengetahui kekuatan material yang terkandung pada plat baja karbon sedang, yang mendapat pengaruh pemanasan dengan suhu 900°C dengan media non perlakuan dibandingkan dengan media *quenching* air laut, udara dan *quenching* air kelapa.

Hasil pengujian struktur mikro dengan spesimen tanpa perlakuan didapat ukuran butiran-butiran $\bar{d} = 12,05 \mu\text{m}$, sedangkan spesimen yang dipanasi dan di*quenching* dengan media air laut didapat butiran $\bar{d} = 16,66 \mu\text{m}$, menunjukkan bahwa media air laut dapat digunakan untuk menaikkan jumlah butiran sehingga plat baja lebih kuat.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, Rabiatul. (2015). *Pengaruh Perbedaan Media Pendingin Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Pegas Daun Dalam Proses Hardening*, Jurnal POROS TEKNIK, Vol. 6, No. 22, hlm 55-102.
- Amanto, H. dan Daryanto. (1999). *Ilmu Bahan*. Bumi Aksara. Jakarta. Hal 63-87
- Arief Murtiono. (2012). *Pengaruh Quenching Dan Tempering Terhadap Kekerasan Dan Kekuatan Tarik Serta Struktur Mikro Baja Karbon Sedang Untuk Mata Pisau Pemanen Sawit*. Jurnal e-Dinamis Volume: 2, No. 2.
- Davis, HE., Toxell, GE., Hauck. W. (1982). *The Testing of Engineering Materials*. Mc Graw Hill Book Company. Inc USA,.
- Fariadhie, J. (2012). *Pengaruh Temperatur dengan Quenching Media Pendingin Air Laut Terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro*. Jurnal Politeknosains Volume XI, Nomor 1. Hal. 126.
- Logam Ceper. 2018. *Klasifikasi Baja Karbon (Carbon Steel)*. <https://logamceper.com/klasifikasi-baja-karbon-carbon-steel/> Diakses tanggal 26 Juni 2022.
- Priyanto, K. (2011). *Pengaruh Holding Time Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro pada Bahan Piston Dayang Super X (Sebuah Studi untuk Memperbaiki Kekerasan Piston Dayang Super X Mendekati Piston Honda Supra X)*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Sack. (1997). *Type Of Carbon Stell*. Clinton
- Schonmentz. (1990). *Carbon Steel*. USA.
- Wiriyosumatro. 2000. *Pengertian Baja Karbon* : Pradya Pramita.

Mochammad Alan. (2012). *Perbandingan Nilai Kekerasan dan Struktur Mikro Akibat Variasi Katalis pada Proses Carburizing Baja S45C*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.