

## KAJIAN PERUBAHAN DISTRIBUSI KEKERASAN DAN PERUBAHAN STRUKTUR MIKRO PADA PROSES QUENCH TERHADAP VARIASI DIAMETER DALAM DARI BAJA KARBON SEDANG TIPE SAE 1040

Romania<sup>1,\*</sup>, Susri Mizhar<sup>1</sup>, Yulfitra<sup>1,\*</sup>, Suherman<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Medan

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Tanjung Balai

Jl. Gedung Arca No. 52 Telp (061), \*Email:yulfitra@itm.ac.id,Romania@gmail.com

### ABSTRACT

*The purpose of this study was to determine the mechanical and microstructure properties of medium carbon steel (carbon steel), namely carbon steel with carbon content (0.30% - 0.60% C); SAE 1040 steel is used as a shaft in a component of a machine. In this study Heatreatment was carried out at a temperature of 850 ° C with a hold time of 2 hours and then cooled quenched on the water cooling medium until it reached room temperature. Then the hardness and microstructure tests were carried out. In this study there were 3 specimens with the highest price of hardness found in specimens with an inner diameter of 30 and a thickness of 20 mm with an average value inside 275.9 HVN, Center 215.06 HVN, and Outside 732.9 HVN. From the observation of the microstructure showed that the SAE 1040 steel that had been in the heatreatment contained ferrite, pearlite, and martensite phases. The results show that the mechanical properties and microstructure are strongly influenced by temperature and holding time.*

**Keywords:** SAE 1040 steel, heat treatment, mechanical properties

### PENDAHULUAN

Pemanfaatan logam dalam setiap komponen mesin dan konstruksi bangunan tidak harus semuanya sama komponen atau bagian dibuat dari bahan yang sama, namun harus disesuaikan dengan sifat, kekuatan, dan penggunaan. Logam masih membutuhkan proses pengolahan, baik terhadap dimensi maupun sifat-sifat dasar yang dimilikinya dengan berbagai metode dan cara pengolahan serta pengerjaannya, agar diperoleh kondisi bahan komponen yang dianggap memiliki kemampuan sifat yang diinginkan pada aplikasinya.

Sifat bahan yang dimaksud adalah sifat fisis dan sifat mekanis. Sifat fisis mencakup kondisi fisik, komposisi, dan struktur mikro. Sedangkan sifat mekanis mencakup kekuatan tarik, modulus elastistas, kemampuan muai, kekuatan tekan, kekeuatan torsi,

kekerasan, keuletan, kegetasan dan kehandalan.

Baja sendiri dapat didefinisikan sebagai suatu campuran antara besi dan karbon, dimana unsur karbon (C) menjadi dasar pencampurannya dengan kandungan 0,1 – 1,7 %. Di samping itu, mengandung unsur campuran lainya seperti sulfur (S) , fosfor (P), silicon (Si), dan mangan (Mn) yang kuantitasnya di batasi (Hari Amanto dan Daryanto, 1999:22)

Industri-industri logam yang telah berkembang saat ini telah mampu menghasilkan berbagai jenis baja yang peruntukannya khusus sesuai dengan fungsi dan tujuan penggunaannya. Baja karbon merupakan produk dari industri-industri logam. Baja karbon ini dibagi ke dalam tiga kelompok besar berdasarkan besarnya jumlah kandungan unsur karbon (C) di dalamnya , yaitu baja karbon tinggi, baja karbon sedang, dan baja karbon rendah yang ketiganya memiliki

karakteristik dan penggunaan yang berbeda-beda Di lingkungan industri sering juga ditemui banyak komponen mesin atau alat mengalami perlakuan berat akibat adanya gesekan, puntiran, dan tekanan tinggi.

### Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui karakteristik sifat mekanis (kekerasan).
2. Untuk mengetahui karakteristik sifat fisis (struktur mikro) SAE 1040 akibat proses quench.
3. Untuk mengetahui struktur mikro baja SAE 1040 akibat variasi diameter dalam .
4. Untuk mengetahui kekerasan pada baja SAE 1040 akibat variasi diameter pada proses quenching.

Berbagai mikrostruktur dapat terbentuk pada paduan baja, martensit merupakan yang paling keras dan kuat tetapi getas. Kekerasannya tergantung pada kandungan karbon yang ada pada paduan tersebut. Austenit lebih padat dari pada martensit, bagaimanapun pada waktu transformasi fasa dengan quenching volumenya akan berkurang. Konsekuensinya , sebagian besar quenching akan mengalami keretakan (*crack*) karena pengaruh internal stress. (Callister dan William D).

Ada beberapa pengetahuan struktur dalam baja, seperti *ferrite*, *pearlite*, *bainite*, *martensite* dan *austenite*. Masing-masing struktur ini mempunyai sifat mekanik yang sangat berbeda. Oleh karena itu, memungkinkan untuk memperoleh kekuatan yang lebih tinggi dari yang lain dari salah satu struktur. Secara tradisional kekerasan diperoleh dengan austenisasi quenching untuk mendapatkan fase martensit (George Krauss, 2005). Salah satu proses perlakuan panas pada baja adalah pengerasan (*hardening*), yaitu proses

pemanasan baja sampai suhu di daerah atau diatas daerah kritis disusul dengan pendinginan yang cepat dinamakan *quench*, (Djafrie, Sriati 1987). Karim (2009), Baja yang *quench* akan bertambah kekerasannya apabila dalam proses pemanasan, temperatur pemanasan, *holding time* yang dilakukan sesuai. Perlakuan panas adalah proses untuk memperbaiki sifat-sifat dari logam dengan jalan memanaskan logam sampai pada temperatur tertentu yang cocok, kemudian dibiarkan beberapa waktu pada saat itu, kemudian didinginkan ke temperatur yang lebih rendah dengan kecepatan pendinginan yang sesuai (Tata Surdia dan Kenji Chijiwa,1999:185).

Temperatur dalam proses perlakuan panas akan menentukan terhadap tingkat ketahanan dan kekuatan bahan. Apabila dengan pemanasan sampai suhu di daerah atau diatas daerah kritis akan terbentuk austenit yang merupakan larutan solid dari karbon dalam baja. Struktur austenit ini akan berubah menjadi martensit saat benda didinginkan. Sehingga terbentuk struktur martensit, maka peningkatan sifat mekanis baja SAE 1040 akan tercapai.

Baja pada dasarnya adalah paduan besi dan karbon atau besi karbon dan elemen paduan lain. Unsur karbon dari baja karbon adalah antara 0,05% dan sampai 1,2%. Unsur-unsur lainnya dapat dikendalikan oleh kotoran atau unsur-unsur paduan yang diperlukan untuk mengubah respon yang menghasilkan beberapa sifat khusus (Ndaliman, 2006). Unsur-unsur paduan pada baja antara lain seperti sulfur (S), fosfor (P), silikon (Si), mangan (Mn), dan sebagainya yang jumlahnya dibatasi. Sifat baja pada umumnya sangat dipengaruhi oleh persentase karbon dan

struktur mikro. Struktur mikro pada baja karbon dipengaruhi oleh perlakuan panas dan komposisi baja.

### **Klasifikasi Baja Karbon**

Baja Karbon merupakan baja dengan paduan utamanya adalah karbon. Berdasarkan kadar karbon, baja karbon dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis, yaitu : a). Baja Karbon Rendah (*Low Karbon Steel*) yaitu Baja dengan kadar karbon (0,05 % - 0,30 % C); b). Baja Karbon Sedang (*Medium Karbon Steel*) yaitu Baja karbon dengan kadar karbon (0,30 % - 0,60 % C); c). Baja Karbon Tinggi (*High Karbon Steel*) yaitu Baja karbon dengan kadar karbon (0,60 % - 2,0 % C). ( H. Amanto, Daryanto, 1999).

### **Sifat Mekanik Baja**

Sifat mekanik suatu bahan adalah kemampuan bahan untuk menahan beban-beban yang dikenakan padanya. Beban-beban tersebut dapat berupa beban tarik, tekan, bengkok, geser, puntir, atau beban kombinasi.

### **Diagram TTT Dan CCT Diagram**

Untuk mendapatkan hubungan antara kecepatan pendinginan dan struktur mikro (fasa) yang terbentuk biasanya dilakukan dengan menggabungkan diagram kecepatan pendinginan kedalam diagram TTT (*Time Temperatur Transformasion* ) yang dikenal dengan diagram CCT (*Continous Cooling Trasformation*).

### **Diagram Fasa Fe-C**

Diagram kesetimbangan besi karbon seperti pada gambar 2.3 adalah diagram yang menampilkan hubungan antara temperatur dimana terjadi perubahan fasa selama proses pendinginan dan pemanasan yang lambat dengan kadar karbon. Diagram ini merupakan dasar pemahaman untuk semua operasi-operasi perlakuan panas.

### **Media Pendingin**

Berbagai bahan pendingin yang digunakan dalam proses perlakuan panas antara lain :

#### **1. Air**

Air memiliki karakteristik yang khas yang tidak dimiliki oleh senyawa kimia yang lain. Karakteristik tersebut adalah sebagai berikut (Dugan, 1972; Hutchinson, 1975; Miller, 1992). Pada penelitian ini digunakan air dalam proses pendinginan setelah proses *Heat Treatment* karena dapat mendinginkan logam yang telah dipanaskan secara cepat. Suhu air berkisar 27°C.

#### **2. Minyak**

Minyak yang digunakan sebagai fluida pendingin dalam perlakuan panas adalah benda kerja yang diolah.

### **Pengujian Kekerasan**

Kekerasan logam didefinisikan sebagai ketahanan terhadap penetrasi, dan memberikan indikasi cepat mengenai perilaku deformasi. Alat uji kekerasan menekankan bola kecil, piramida atau kerucut ke permukaan logam dengan beban tertentu, dan bilangan kekerasan (Brinell atau piramida Vickers) diperoleh dari diameter jejak.

### **Struktur Mikro**

Struktur bahan dalam orde kecil sering disebut struktur mikro. Struktur ini tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, tetapi dapat dilihat dengan menggunakan alat pengamat struktur mikro diantaranya : mikroskop *electron*, mikroskop *field ion*, mikroskop *field emission* dan mikroskop sinar-X. Penelitian ini menggunakan mikroskop mikroskop *electron*, adapun manfaat

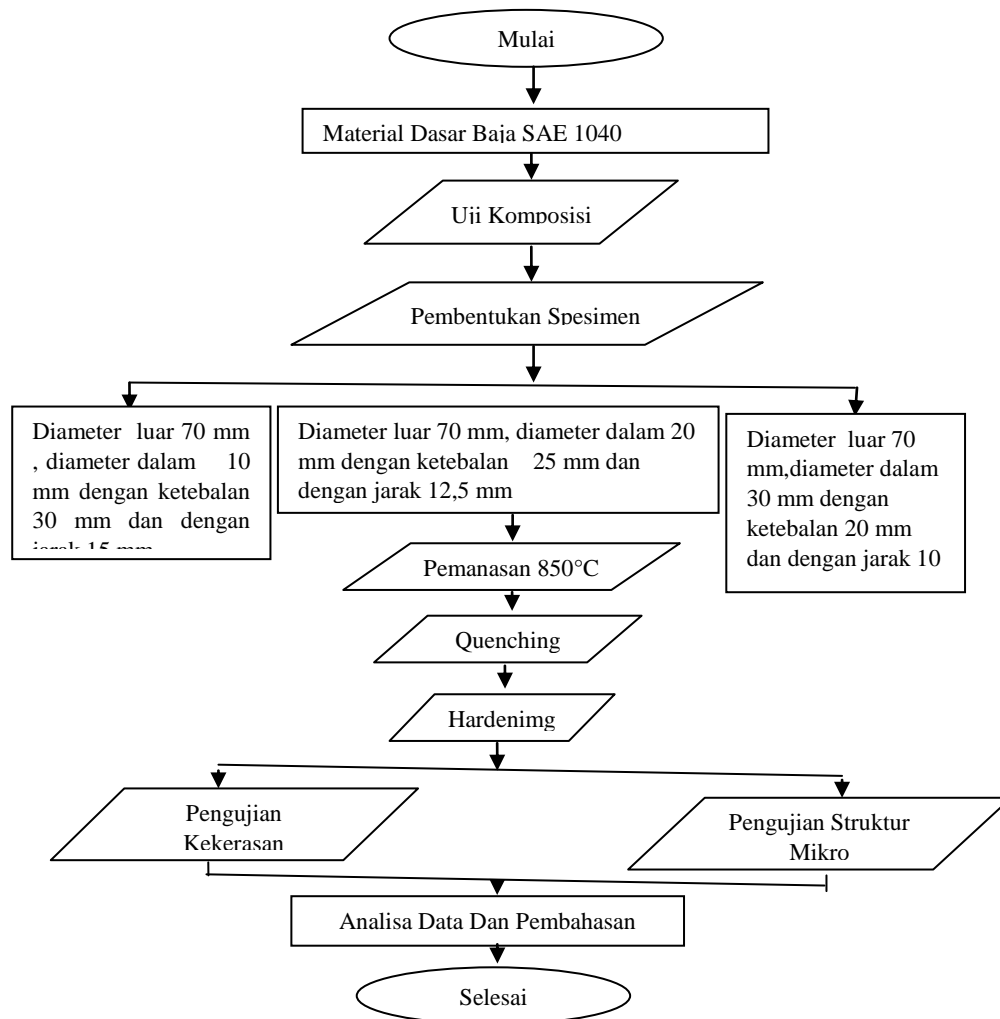
dari pengamatan struktur mikro ini adalah :

1. Mempelajari hubungan antara sifat-sifat bahan dengan struktur dan cacat pada bahan.
2. Memperkirakan sifat bahan jika hubungan tersebut sudah diketahui.

**METODE PENELITIAN**

**Bahan Penelitian**

Pada penelitian ini bahan atau spesimen yang digunakan penulis adalah Baja SAE 1040 yang berbentuk As dengan diameter 70 mm dengan panjang utuh 60 mm di bagi menjadi 3 spesimen dan setiap spesimen memiliki panjang 20 mm di antaranya dengan diameter dalam 10 mm, diameter dalam 20 mm dan diameter dalam 30 mm



**Gambar 1. Diagram Alur penelitian**

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**HASIL UJI KOMPOSISI**

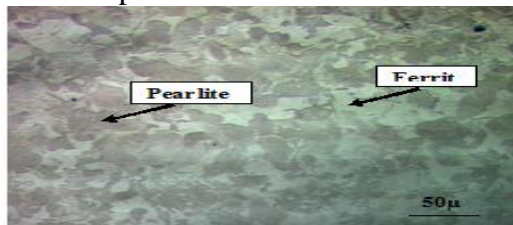
Berikut ini adalah data hasil pengujian komposisi sebelum di lakukan proses hardening dapat di lihat pada table di bawah ini :

Tabel 1. Komposisi Bahan SAE 1040

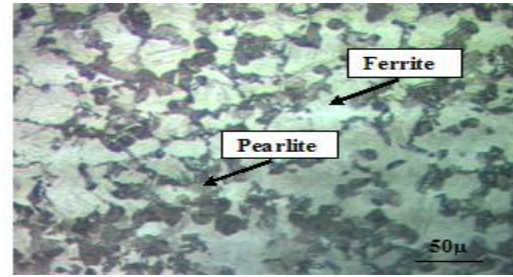
Unsur	Jumlah %
Fe	97,36
C	0,420
Mn	0,810
Si	0,255
P	0,013
S	0,005
Cr	0,938
Ni	0,019
Mo	0,171
Cu	0,024
V	0,007
Al	0,016

**HASIL PENGAMATAN STRUKTUR MIKRO**

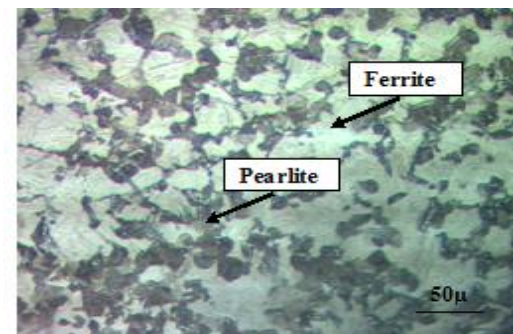
Pengujian pengamatan struktur mikro bertujuan untuk mengetahui struktur yang terkandung dalam material penelitian, menunjukkan struktur mikro logam dan paduannya dengan memperjelas batas-batas butir logam yang terkandung. Struktur mikro yang berbeda akan memberikan pengaruh pada sifat mekanis material. Pengamatan struktur mikro dilakukan menggunakan Mikroskop optik jenis mikroskop *electron*



Gambar 2. Struktur Mikro Permukaan Luar Baja SAE 1040 Diameter dalam 10mm dengan pembesaran 400X memiliki fasa pearlite dan ferrite

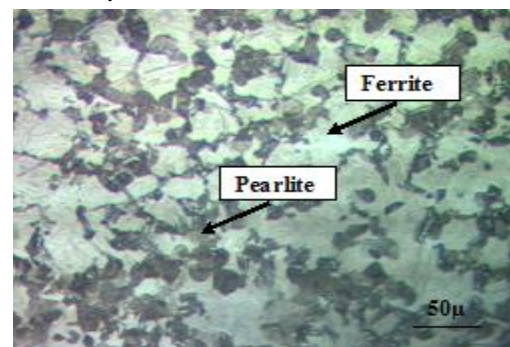


Gambar 3. Struktur Mikro Bagian Tengah Baja SAE 1040 Diameter dalam 10 mm dan dengan pembesaran 400X memiliki fasa pearlite dan ferrite

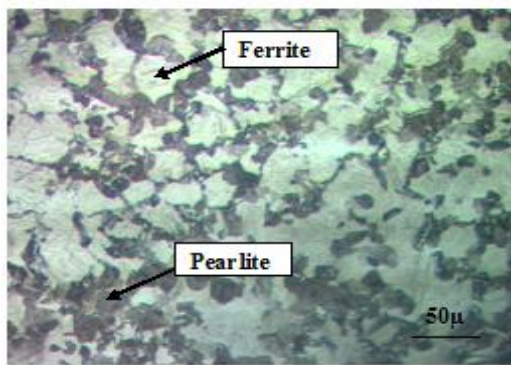


Gambar 4. Struktur Mikro Permukaan Dalam Baja SAE 1040 Diameter dalam 10 mm dan dengan pembesaran 400X memiliki fasa pearlite dan ferrite

Pada gambar 2,3,4 Struktur mikro material baja SAE 1040 pada permukaan Luar, Tengah dan permukaan dalam memiliki fasa ferrite dan fasa Pearlite. Fasa ferrite berwarna terang dan fasa Pearlite berwarna gelap.



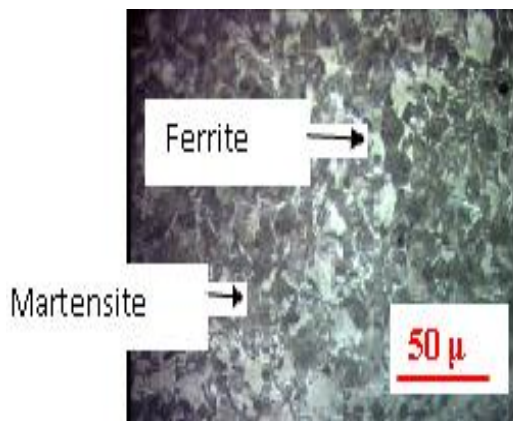
Gambar 5. Struktur Mikro Permukaan Luar Baja SAE 1040 Diameter dalam 20 mm dan dengan pembesaran 400X memiliki fasa pearlite dan ferrite



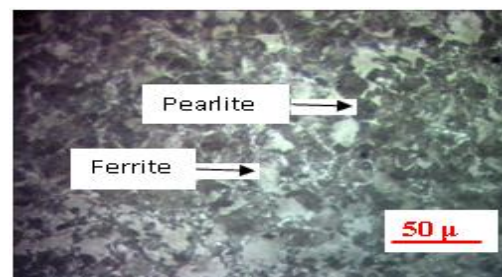
Gambar 6. Struktur Mikro Bagian Tengah Baja SAE 1040 Diameter dalam 20mm dengan pembesaran 400X memiliki fasa pearlite dan ferrite



Gambar 8. Struktur Mikro Permukaan Luar Baja SAE 1040 Diameter dalam 30 mm dengan pembesaran 400X memiliki fasa Martensite.

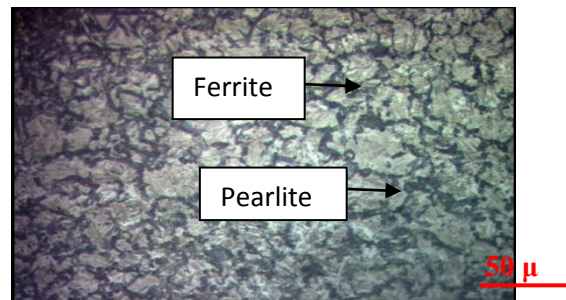


Gambar 7. Struktur Mikro Permukaan Dalam Baja SAE 1040 Diameter dalam 20 mm dengan pembesaran 400X memiliki fasa pearlite dan ferrite



Gambar 9. Struktur Mikro Bagian Tengah Baja SAE 1040 Diameter dalam 30 mm dengan pembesaran 400X memiliki fasa pearlite dan ferrite

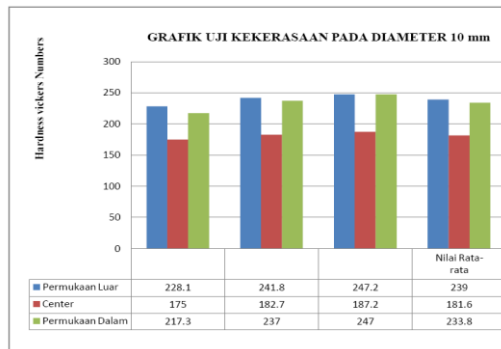
Pada gambar 5,6,7 Struktur mikro material baja SAE 1040 pada permukaan Luar, Tengah dan permukaan dalam memiliki fasa ferrite dan fasa Pearlite. Fasa ferrite berwarna terang dan fasa Pearlite berwarna gelap.



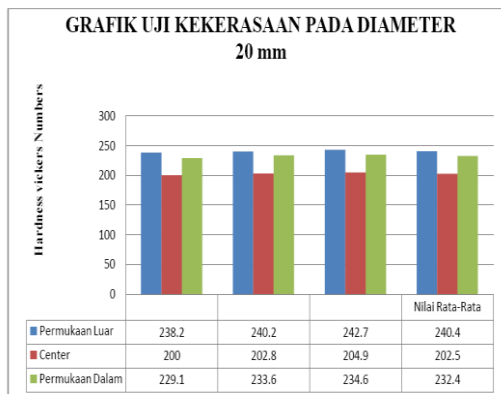
Gambar 10. Struktur Mikro Permukaan Dalam Baja SAE 1040 Diameter dalam 30 mm dengan pembesaran 400X memiliki fasa pearlite dan ferrite

Pada gambar 8,9,10 Struktur mikro material baja SAE 1040 pada permukaan Luar, Tengah dan permukaan Dalam memiliki fasa ferrite, fasa Pearlite dan martensite ferrite berwarna terang dan fasa Pearlite berwarna gelap.

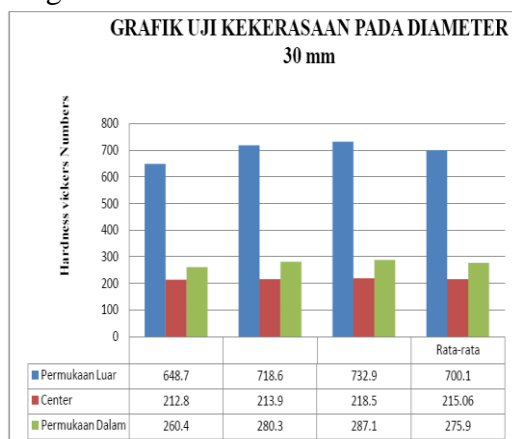
## HASIL UJI KEKERASAN



Gambar 11. Grafik Pengujian Kekerasan Pada Diameter dalam 10mm dengan ketebalan 30mm



Gambar 12 Grafik Pengujian Kekerasan Diameter dalam 20 mm dengan ketebalan 25 mm



Gambar 13. Grafik Pengujian Kekerasan Diameter dalam 30 mm dengan ketebalan 20 mm

## KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisa data Kajian Perubahan Distribusi Kekerasan Dan Perubahan Struktur Mikro Pada Proses Quench Terhadap Variasi Diameter Dalam Dari Baja Karbon Sedang Tipe SAE 1040 dapat di ambil kesimpulan :

1. Dari pengujian komposisi kimia terdapat 97,36 % Fe dan 0,413 % C sehingga material yang di gunakan ini dapat di golongkan sebagai baja hypoeutectoid.
2. Dari pengamatan struktur mikro dapat di ketahui bahwa perbedaan diameter dalam (ketebalan) benda uji dapat mempengaruhi bentuk struktur mikronya dan di antara ketebalan 10 mm di dapat struktur pearlite dan ferrite , 20 mm di dapat struktur pearlite dan ferrite, dan 30 mm di dapat struktur pearlite , ferrite dan martensite .
3. Harga kekerasan rata-rata yang di peroleh dari pengujian kekerasan pada 3 spesimen dengan diameter dalam yaitu 10 mm dengan ketebalan 30 mm, 20 mm dengan ketebalan 25 mm, dan 30 mm dengan ketebalan 20 mm di peroleh kekesan paling tinggi pada specimen dengan diameter dalam 30 mm dengan ketebalan 20 mm dan dengan nilai kekerasan rata-rata Permukaan Dalam 275.9 HVN, Tengah 215.06 HVN, dan Permukaan Luar 732,9HV

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Armanto, H. & Daryanto. 1999. “Ilmu Bahan” Jakarta: Bumi Aksara.
- [2] Djafri, Sriati. 1987. Metalurgi Mekanik, Terjemahan dari Mechanical Metallurgy. Erlangga, Jakarta.
- [3] Jhony Wahyuadi Soedarsono, Buku kuliah Corrosion Principles, 2000.
- [4] Karmin. 2009, Pengendalian Proses Pengerasan Baja Dengan Metoda Quenching, Jurnal Austenite, Vol 1, No 2, Oktober 2009.
- [5] Krauss G, 2006, *Steel Processing, Structure, and Performance*, Ohio.
- [6] Suharno & Budi Harjanto, ” *Pengaruh Variasi Temperatur Dan Holding Time Dengan Media Quenching*”