

ANALISA PENGARUH HARDENING TERHADAP KEKERASAN DAN KETANGGUHAN BAJA S45C DENGAN MEDIA PENDINGIN AIR GARAM DAN OLI UNTUK APLIKASI POROS MOTOR RODA TIGA

Muhammad Sofyan A'is Nurdiansyah

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: muhammad.17050754073@mhs.unesa.ac.id

Arya Mahendra Sakti

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: aryamahendra@unesa.ac.id

Abstrak

Penelitian ini berawal dari masalah pada kendaraan bermotor roda tiga yang sering memuat beban melebihi kapasitasnya. Sehingga komponen kendaraan berupa poros roda menerima beban berlebih dan beban kejutan yang mengakibatkan deformasi. Melihat permasalahan yang terjadi pada poros, penulis ingin mengetahui pengaruh perlakuan panas pada material baja S45C sebagai bahan pengganti poros. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Material yang digunakan adalah baja S45C, material dilakukan perlakuan panas *hardening* pada suhu 850°C dengan waktu tahan 60 menit, dilanjutkan proses pendinginan cepat (*quenching*) pada media pendingin larutan air garam dengan konsentrasi 0%, 10%, 20% dan oli SAE 20W, SAE 40W, SAE 80W. Pengujian material yang dilakukan menggunakan pengujian kekerasan *rockwell* dan pengujian impak *charpy*. Berdasarkan data hasil penelitian, kekerasan material terbesar adalah 59,76 HRC menggunakan media pendingin larutan garam 20%, dan kekerasan material terkecil adalah 30,83 HRC menggunakan media pendingin oli dengan viskositas rendah SAE 20W. Sedangkan nilai ketangguhan material terbesar adalah 0,443 J/mm² menggunakan media pendingin oli dengan viskositas rendah SAE 20W, dan nilai ketangguhan material terkecil adalah 0,011 J/mm² menggunakan media pendingin larutan garam 20%. Dari pengujian kekerasan dan ketangguhan pada material diketahui bahwa semakin tinggi persentase larutan garam maka material menjadi sangat keras, sedangkan nilai ketangguhan material semakin menurun, hal ini dikarenakan laju proses pendinginan material terjadi sangat cepat. Dibandingkan pada media pendingin oli, semakin rendah viskositas oli maka material menjadi tangguh, sedangkan nilai kekerasan material semakin menurun, hal ini dikarenakan laju proses pendinginan pada material terjadi secara lambat.

Kata Kunci: Baja S45C, Poros, Proses perlakuan panas, Media pendingin, Kekerasan, Kekuatan Impak.

Abstract

This research started from a problem with three-wheeled motorized vehicles that often load more than their capacity. So that the vehicle components in the form of axles receive excessive loads and shock loads that cause deformation. Seeing the problems that occur in the shaft, the author wants to know the effect of heat treatment on S45C steel material as a shaft replacement material. This research method uses the type of experimental research. The material used is S45C steel, the material is heat treated hardening at a temperature of 850°C with a holding time of 60 minutes, followed by a quenching process in a salt water solution cooling medium with a concentration of 0%, 10%, 20% and SAE 20W, SAE 40W, SAE 80W. Material testing is carried out using rockwell hardness testing and charpy impact testing. Based on research data, the largest material hardness is 59.76 HRC using 20% salt solution as cooling medium, and the smallest material hardness is 30.83 HRC using low viscosity oil cooler SAE 20W. Meanwhile, the largest material toughness value is 0.443 J/mm² using oil cooling medium with low viscosity SAE 20W, and the smallest material toughness value is 0.011 J/mm² using 20% salt solution cooling medium. From testing the hardness and toughness of the material, it is known that the higher the percentage of salt solution, the material becomes very hard, while the value of the toughness of the material decreases, this is because the rate of cooling of the material occurs very quickly. Compared to oil cooling media, the lower the oil viscosity, the tougher the material is, while the hardness value of the material decreases, this is because the cooling process rate of the material occurs slowly.

Keywords: S45C Steel, Shaft, Heat treatment process, Cooling medium, Hardness, Impact Strength.

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman dan perkembangan teknologi mengakibatkan penggunaan material di sektor industri semakin berkembang, permintaan akan material dengan sifat mekanik yang sangat baik semakin meningkat. Logam merupakan bahan utama pada konstruksi mesin sehingga membuatnya banyak digunakan di dunia industri, khususnya industri otomotif.

Baja merupakan salah satu jenis logam yang dipilih sebagai bahan utama dikarenakan baja memiliki sifat kuat, liat, keras, dan memiliki titik cair yang tinggi.

Pemasaran baja tidak dapat memenuhi kebutuhan konsumen. Industri yang bergerak di bidang otomotif pembuatan komponen kendaraan membutuhkan baja yang memiliki standart untuk bahan baku produksinya. Sparepart yang di produksi memiliki banyak jenis dan kegunaan seperti poros, sprocket, dan lain-lain. Poros

adalah bagian stationer yang berputar berpenampang bulat dan terpasang elemen bearing, roda gigi, puli, dan elemen pemindah lainnya. Dalam penggunaannya poros akan menerima pengaruh gaya luar berupa tegangan, beban tekan, beban lentur atau berupa gabungan satu dengan lainnya.

Pengaplikasian poros sering menerima beban berlebih dan beban kejut terus menerus yang dapat menimbulkan deformasi atau perubahan bentuk. Sehingga memperpendek umur pakai, menghambat pemakaian kendaraan, dan menimbulkan kerugian lainnya. Oleh karena itu untuk pembuatan komponen alat berat seperti poros kendaraan, roda gigi, dan lainnya memperhatikan beberapa faktor seperti kekerasan, ketangguhan, keuletan, kekuatan tahan aus dan sebagainya. Perlakuan panas (*heat treatment*) merupakan upaya yang dilakukan untuk meningkatkan sifat mekanis baja. Proses ini meliputi pemanasan baja pada temperatur *austenit*, *holding time*, dan didinginkan pada media pendingin. Perlakuan panas pada material baja berperan penting untuk mendapatkan sifat mekanik sesuai dengan kebutuhan. Proses *heat treatment* bertujuan untuk meningkatkan sifat mekanis baja seperti kekerasan, ketangguhan, dan keuletan. Hasil perlakuan panas sangat dipengaruhi oleh temperatur pemanasan, waktu penahanan saat pemanasan material, media pendingin, dan lingkungan atmosfer.

Material Baja S45C adalah jenis baja dalam golongan "*medium carbon steel*" yang memiliki kadar karbon (0,3-0,5% C). Kandungan karbon yang sedang pada material menjadikan sifat mekanik material dapat ditingkatkan. Meningkatkan sifat mekanis logam agar lebih tahan gesekan atau tekanan yaitu dengan cara memberikan perlakuan panas. Dilihat dari penggunaannya material baja karbon ini sering di aplikasikan dalam pembuatan komponen atau sparepart seperti: roda gigi, rails, pully, sprocket, axles.

Baja karbon S45C sering digunakan karena memiliki keunggulan harga yang lebih murah sehingga mudah di dapat dibandingkan bahan atau material yang lainnya. Untuk meningkatkan sifat-sifat mekanik diberikan perlakuan panas seperti *normalizing*, *annealing*, *tempering* dan *quenching*. Proses peningkatan sifat-sifat mekanik baja guna memperoleh kualitas yang baik sangat tergantung pada proses perlakuan panas yang di terapkan. Proses pemanasan dan pendinginan pada material baja untuk memperoleh kekerasan dan ketangguhan yang diinginkan memerlukan pemanasan pada suhu tertentu, waktu penahanan pemanasan dan pendinginan. Perbandingan material sebelum dan setelah melalui proses pemanasan dan pendinginan diperlukan guna melihat sifat mekanis akibat pengaruh pemanasan.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka peneliti memiliki gagasan melakukan pengujian peningkatan kualitas material baja S45C untuk dijadikan bahan pengganti poros pada motor roda tiga dan juga untuk mengetahui media pendingin yang memiliki hasil terbaik untuk aplikasi poros motor roda tiga berkualitas.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen (*experimental research*). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kekerasan dan ketangguhan material poros motor roda tiga dengan material baja S45C yang diberi perlakuan panas *hardening* dan *quenching*. Pada proses *quenching* menggunakan beberapa variasi media pendingin, diantaranya: larutan Air Garam 0%, 10%, 20% dan Oli SAE 20W, 40W, 80W.

Waktu dan Tempat Penelitian

• Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama dua bulan dari bulan Desember 2021 – Januari 2022

• Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di beberapa tempat yaitu:

- Pembuatan spesimen dilaksanakan di bengkel bubut Tunggal Mandiri Jl. H. Abdul Rahman 171, Sedati Gede, Sidoarjo.
- Perlakuan panas di lab. pelapisan logam Universitas Negeri Surabaya.
- Pengujian kekerasan spesimen dilaksanakan di lab. uji bahan Teknik Mesin Univesitas Negeri Surabaya.
- Pengujian Impak dilaksanakan di lab. uji bahan Politeknik Negeri Malang.

Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian diantaranya:

• Variabel Bebas

- Media pendingin larutan garam 0%, larutan garam 10%, dan larutan garam 20%.
- Media Pendingin Oli SAE 20W, SAE 40W, dan SAE 80W.

• Variabel Terikat

Variabel terikat penelitian ini berupa hasil nilai kekerasan dan ketangguhan pada baja S45C.

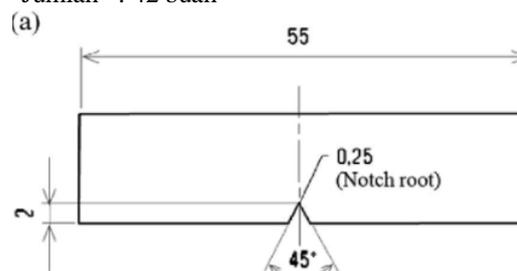
• Variabel Kontrol

Variable kontrol pada penelitian ini meliputi material baja S45C, temperatur *hardening* 850°C, waktu tahan selama 60 menit, garam yang digunakan.

Spesifikasi Bahan Penelitian

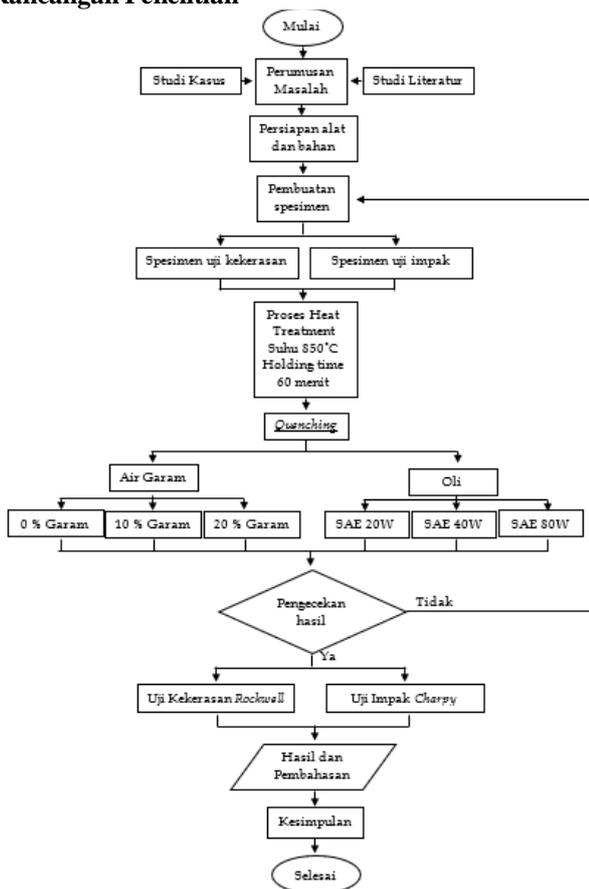
Spesifikasi bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Dimensi : 55 mm x 10 mm x 10 mm sudut takikan 45°
- Jumlah : 42 buah



Gambar 1. Dimensi Spesimen

Rancangan Penelitian



Gambar 2. Flowchart Penelitian

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan cara menguji atau mengukur objek. Selanjutnya data yang didapatkan dari pengujian akan dicatat. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah kekerasan dan ketangguhan material

Teknik Analisa Data

Data yang telah didapatkan selanjutnya akan ditampilkan dalam bentuk diagram batang dan dihitung untuk mengetahui pengaruh dari setiap variabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

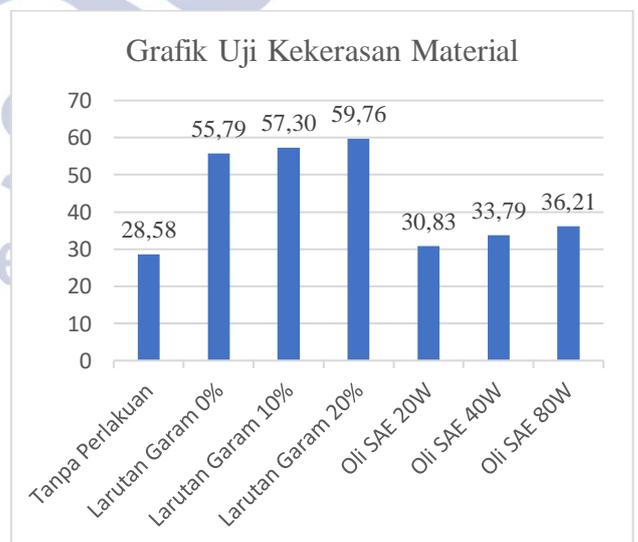
• **Uji Kekerasan Material**

Pengujian kekerasan material menggunakan Rockwell C. Berikut adalah data hasil dari pengujian kekerasan.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kekerasan.

Media Pendingin	Spesimen	Nilai HRC
Tanpa Perlakuan	1	28,57
	2	28,47
	3	28,70

Media Pendingin	Spesimen	Nilai HRC
Larutan garam 0%	Rata - Rata	28,58
	1	55,73
	2	55,93
	3	55,70
	Rata - Rata	55,79
Larutan garam 10%	1	57,17
	2	57,47
	3	57,27
	Rata - Rata	57,30
Larutan garam 20%	1	59,80
	2	59,73
	3	59,73
	Rata - Rata	59,76
Oli SAE 20W	1	30,70
	2	30,87
	3	30,93
	Rata - Rata	30,83
Oli SAE 40W	1	33,50
	2	33,90
	3	33,97
	Rata - Rata	33,79
Oli SAE 80W	1	36,07
	2	35,90
	3	36,67
	Rata - Rata	36,21



Gambar 3. Grafik Uji Kekerasan Material.

Berdasarkan data yang diperoleh, pada variasi media pendingin larutan garam nilai kekerasan tertinggi adalah 59,76 HRC yang diperoleh dari

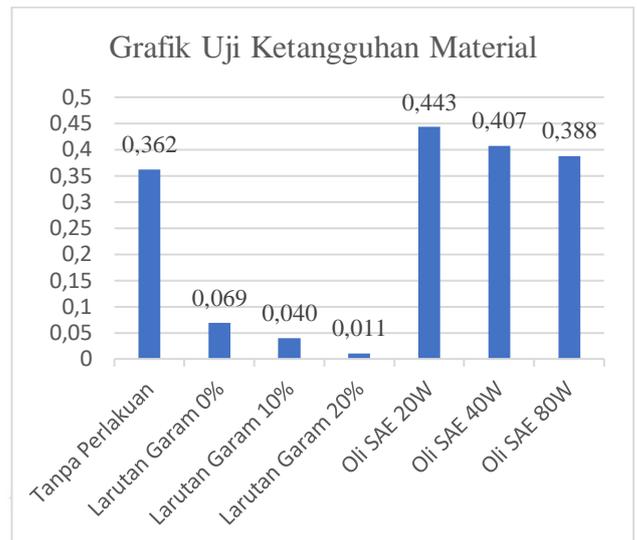
variasi kadar garam 20%, sedangkan nilai kekerasan terendah adalah 55,79 HRC diperoleh dari variasi kadar garam 0%. Pada variasi media pendingin larutan oli nilai kekerasan tertinggi adalah 36,21 HRC yang diperoleh dari variasi viskositas oli SAE 80W, sedangkan nilai kekerasan terendah adalah 30,83 HRC diperoleh dari variasi viskositas oli SAE 20W.

• Uji Ketangguhan Material

Dalam penelitian ini pengujian ketangguhan material menggunakan *Charpy*. Berikut adalah data hasil dari pengujian ketangguhan.

Tabel 1. Hasil Pengujian Impak.

Media Pendingin	Spesimen	Nilai Impak
Tanpa Perlakuan	1	0,359
	2	0,362
	3	0,364
	Rata - Rata	0,362
Larutan garam 0%	1	0,067
	2	0,068
	3	0,070
	Rata - Rata	0,069
Larutan garam 10%	1	0,040
	2	0,042
	3	0,037
	Rata - Rata	0,040
Larutan garam 20%	1	0,013
	2	0,008
	3	0,011
	Rata - Rata	0,011
Oli SAE 20W	1	0,452
	2	0,437
	3	0,440
	Rata - Rata	0,443
Oli SAE 40W	1	0,409
	2	0,407
	3	0,405
	Rata - Rata	0,407
Oli SAE 80W	1	0,390
	2	0,388
	3	0,386
	Rata - Rata	0,388



Gambar 4. Grafik Uji Ketangguhan Material

Berdasarkan data yang diperoleh, pada variasi media pendingin larutan garam nilai ketangguhan tertinggi adalah 0,069 J/mm² yang diperoleh dari variasi kadar garam 0%, sedangkan nilai ketangguhan terendah adalah 0,011 J/mm² diperoleh dari variasi kadar garam 20%. Pada variasi media pendingin larutan oli nilai ketangguhan tertinggi adalah 0,443 J/mm² yang diperoleh dari variasi viskositas oli SAE 20W, sedangkan nilai kekerasan terendah adalah 0,388 J/mm² diperoleh dari variasi viskositas oli SAE 80W.

Pembahasan

- **Pengaruh kadar garam terhadap kekerasan material.**

Kadar garam mempengaruhi kekerasan pada material baja S45C, dimana peningkatan nilai kekerasan material berkaitan dengan besarnya kadar garam yang dilarutkan dalam media pendingin, penambahan persentase garam mengakibatkan penurunan titik beku pada media pendingin, sehingga titik beku larutan akan menurun lebih rendah dari air murni. semakin tinggi kadar garam yang terlarut pada media pendingin dapat meningkatkan kekerasan pada baja karbon (Nurmalasari & Septya Ria, 2019).

- **Pengaruh kadar garam terhadap ketangguhan material.**

Kadar garam mempengaruhi ketangguhan pada material baja S45C, dimana Penurunan nilai ketangguhan material berkaitan dengan besarnya kadar garam yang dilarutkan dalam media pendingin, penambahan persentase garam mengakibatkan penurunan titik beku pada media pendingin, dimana semakin tinggi kadar garam pada larutan maka

semakin tinggi nilai kekerasan material membuat material sangat keras dan kehilangan ketangguhannya. Tingginya presentase garam yang terlarut pada air sebagai media pendingin mengakibatkan terjadinya peningkatan nilai kekerasan baja karbon. Namun, peningkatan nilai kekerasan tersebut mengakibatkan nilai ketangguhannya menurun (Nurmalasari & Septya Ria, 2019).

- **Pengaruh viskositas oli terhadap kekerasan material.**

Viskositas oli mempengaruhi kekerasan pada material baja S45C, dimana peningkatan nilai kekerasan material berkaitan dengan besarnya viskositas oli sebagai media pendingin. Besarnya nilai viskositas pada oli berhubungan dengan laju perpindahan panas dari material yang telah dipanaskan. Semakin tinggi nilai viskositas pada oli, maka laju perpindahan panas akan semakin cepat. Hal ini mengakibatkan terjadinya peningkatan nilai kekerasan material seiring dengan bertambahnya nilai viskositas (Setyo & Noor, 2016)

- **Pengaruh viskositas oli terhadap ketangguhan material.**

Viskositas oli mempengaruhi ketangguhan pada material baja S45C, dimana semakin rendah viskositas pada oli maka nilai ketangguhan akan semakin meningkat. Hal ini dikarenakan pada oli dengan viskositas rendah mengakibatkan berkurangnya kecepatan laju perpindahan panas dari material yang telah dipanaskan ke oli sebagai media pendingin. Peningkatan nilai ketangguhan tersebut mengakibatkan nilai kekerasan pada material menurun (Setyo & Noor, 2016)

adalah 33,79 HRC, viskositas oli SAE 80W adalah 36,21 HRC.

- Kadar garam berpengaruh pada nilai ketangguhan material, semakin tinggi kadar garam pada media pendingin mengakibatkan nilai kekerasan semakin tinggi sehingga material kehilangan ketangguhannya. Ketangguhan material pada variasi larutan garam 0% adalah 0,069 J/mm², variasi larutan garam 10% adalah 0,040 J/mm², variasi larutan garam 20% adalah 0,011 J/mm².
- Viskositas oli berpengaruh pada nilai ketangguhan material, semakin tinggi viskositas oli pada media pendingin nilai kekerasan juga semakin tinggi mengakibatkan material kehilangan ketangguhannya. Ketangguhan material pada variasi viskositas oli SAE 20W adalah 0,443 J/mm², viskositas oli SAE 40W adalah 0,407 J/mm², viskositas oli SAE 80W adalah 0,388 J/mm².

Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut:

- Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai Hardening terhadap sifat mekanik baja S45C, agar dapat digunakan untuk pembanding.
- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh media pendingin terhadap sifat mekanik baja S45C, agar dapat melihat secara detail hasil dan nilai dari pengujian supaya dapat digunakan sebagai pembanding.
- Melakukan pengujian struktur mikro dan SEM, untuk mengetahui pengaruh variasi media pendingin terhadap kekerasan dan ketangguhan material baja S45C.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dari pengujian kekerasan dan pengujian impak serta pembahasan pengaruh media pendingin terhadap kekerasan dan ketangguhan material baja S45C, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Kadar garam berpengaruh pada nilai kekerasan material, semakin tinggi kadar garam pada media pendingin nilai kekerasan juga semakin tinggi. Kekerasan material pada variasi larutan garam 0% adalah 55,79 HRC, variasi larutan garam 10% adalah 57,30 HRC, variasi larutan garam 20% adalah 59,76 HRC.
- Viskositas oli berpengaruh pada nilai kekerasan material, semakin tinggi viskositas oli pada media pendingin nilai kekerasan juga semakin tinggi. Kekerasan material pada variasi viskositas oli SAE 20W adalah 30,83 HRC, viskositas oli SAE 40W

DAFTAR PUSTAKA

- Armanto, H. dan Daryanto, 1999. Ilmu Bahan. Jakarta, Bumi Aksara.
- ASM Metals Handbook. (2005), "Vol 04 : Heat treating", ASM International.
- ASTM E 18 Standard Test Methods For Rockwell Hardness of Metallic Materials.
- Daryanto. 2003. Dasar-dasar Teknik Mesin. Jakarta: PT. Bhineka Cipta Jakarta.
- David Roylance. 2008. Mechanical Properties of Materials.
- Dieter, 1987. George E., Engineering Design A Materials and Processing.
- Gatot Dwi W, Eddy Widiyono, Nur Husodo, Winarto, Septa Ria Nurmalasari, "Analisa Pengaruh Variasi Perbandingan Campuran Antara Air Dan Garam Sebagai Media Pendingin Terhadap Kekerasan,

Kekuatan Impak Pada Baja Karbon Aisi 1050”, SENIATI, Institut Teknologi Nasional Malang, 2 Februari 2019.

Grode, Antonsson, Spinger Handbook of Mechanical Engineering, Volume 10. 1822.

Hatta Catur Prasetyo, “Analisa Pengaruh Heat Treatment Terhadap Kekerasan Material Baja S45C Untuk Aplikasi Poros Roda Sepeda Motor”, Jurnal Teknik Mesin Volume 6 Nomor 2 Halaman 29-34, 2018.

Harry, Chandler. Hardnes Testing, 2nd Edition, ASM Internasional, 1999.

S Kiyokatsu. 1997. “Dasar Perencanaan dan Elemen Mesin”, PT Pradya.

Setyo, Noor, “Pengaruh Viskositas Oli Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Baja ST60”, Jurnal Volume 2 Nomor 2, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tidar, 2016.

Sugiyono. 2014. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung: Penerbit Alfabeta.

Suratman, Rochim. Panduan Proses Perlakuan Panas. Lembaga Penelitian ITB. Bandung, 1994.

Surdia, T., 2000, Pengetahuan Bahan Teknik, Pradnya Paramita.

Syaifudin Yuri, Sofyan Djamil dan M. Sobrom Yamin Lubis, “Pengaruh Media Pendingin Pada Proses Hardening Material Baja S45C”, Poros, Volume 14 Nomor 2, November 2016.

Tata Surdia, Shinroku Saito. Pengetahuan Bahan Teknik, PT Pradnya Paramita Jakarta, 1985.

Thelning, K Erick. Steel and it’s Heat Treatment, Second Edition, Butterworth, 1994.

Van Vlack, L., Djaprie, S., 1991, “Ilmu dan Teknologi Bahan (Ilmu Logam dan Bukan Logam)”, Penerbit Erlangga, Jakarta.

William, F. Smith. Structure and Properties of Engineering Alloys, Me Graw – Hill Book Company, New York, 1981.

