

ANALISIS PENGARUH WAKTU TAHAN (*HOLDING TIME*) TERHADAP KEKERASAN BAJA AISI 4140 DENGAN METODE *PACK CARBURIZING* MEDIA ARANG BAMBU

Danel Saputro¹⁾, Gery Setiadi²⁾, Supriyanto Wibowo²⁾

¹⁾Program Strata Satu Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam “45” Bekasi

²⁾Tim Pengajar Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam “45” Bekasi

Jl. Cut Mutia No.83, Margahayu, Bekasi Tim., Kota Bks, Jawa Barat 17113

E-mail Penulis: danel.saputro@gmail.com

Abstrak

Carburizing adalah proses perlakuan panas dengan penambahan kandungan karbon pada permukaan logam. Untuk mendapatkan struktur mikro dan sifat yang diinginkan pada logam tersebut dapat diperoleh melalui proses pemanasan dan pendinginan pada temperatur tertentu. Untuk mendapatkan nilai kekerasan yang tinggi setelah proses karburisasi benda kerja dilakukan proses *quenching* yaitu proses pendinginan cepat, sehingga diperoleh fasa martensit. Baja AISI 4140 adalah salah satu jenis baja yang banyak digunakan pada komponen mesin misalnya pin piston. Pin piston biasanya terbuat dari baja karbon sedang AISI 4140. Berdasarkan aplikasinya baja ini dikembangkan dengan tujuan untuk memiliki sifat mekanik terutama kekerasan, kekuatan serta tahan terhadap keausan. Penelitian ini menguji kualitas kekerasan Baja AISI 4140 sebelum dan sesudah proses karburisasi padat menggunakan 80% arang bambu sebagai karbon dan 20% Barium Karbonat sebagai katalis, dengan waktu penahanan 60, 90, dan 120 menit menggunakan media *quenching* oli. Hasil yang diperoleh menunjukkan peningkatan nilai kekerasan tertinggi pada waktu penahanan 120 menit.

Kata Kunci: Karburisasi padat, Nilai Kekerasan, Struktur Mikro.

Abstract

Carburizing is a heat treatment process with the addition of carbon content to the metal surface. To obtain the microstructure and the desired properties of the metal can be obtained through the heating and cooling process at a certain temperature. To get a high hardness value after the carburization process of the workpiece, the quenching process is carried out, namely the rapid cooling process, so that the martensitic phase is obtained. AISI 4140 steel is one type of steel that is widely used in engine components such as piston pins. The piston pin is usually made of medium carbon steel AISI 4140. Based on its application this steel was developed with the aim of having mechanical properties especially hardness, strength and resistance to wear. This study tested the hardness of AISI 4140 steel before and after the solid carburizing process using 80% bamboo charcoal as carbon and 20% Barium Carbonate as a catalyst, with a holding time of 60, 90, and 120 minutes using oil quenching media. The results obtained showed an increase in the highest hardness value at the holding time of 120 minutes.

Keywords: Pack Carburizing, Hardness Value, Micro Structure.

PENDAHULUAN

Setiap logam mempunyai karakteristik yang berbeda-beda, seperti sifat-sifat fisis, sifat mekanis dan sifat kimia, maka diperlukan suatu penanganan khusus agar setiap elemen-elemen logam tersebut dapat digunakan sesuai yang diinginkan. Baja biasanya mengandung beberapa unsur paduan. Unsur yang paling dominan pengaruhnya terhadap sifat-sifat baja adalah unsur karbon, meskipun unsur-unsur lain tidak bisa diabaikan begitu saja. Kekerasan adalah salah satu sifat mekanik dari baja yang berkaitan dengan ketahanan aus.

Selama ini sering dijumpai komponen-komponen yang mengalami gesekan terus-menerus dalam fungsi kerjanya, sehingga cepat mengalami keausan. Komponen-komponen itu antara lain roda gigi, pin piston, piston dan poros. Komponen-komponen tersebut kerjanya bersinggungan dengan komponen lain, sehingga permukaannya akan mengalami keausan dan menyebabkan komponen tersebut mudah rusak. Untuk mengatasi hal ini maka perlu dilakukan suatu proses yang berguna untuk mengeraskan permukaan komponen sehingga tahan terhadap gesekan.

Proses pengerasan permukaan merupakan salah satu pengerjaan tahap penyelesaian (*finishing*) untuk meningkatkan kualitas produk. Salah satu proses perlakuan panas untuk mengeraskan permukaan logam adalah dengan *Carburizing*. *Carburizing* adalah proses perlakuan panas dengan penambahan kandungan karbon pada

permukaan logam. Untuk mendapatkan struktur mikro dan sifat yang diinginkan pada logam tersebut dapat diperoleh melalui proses pemanasan dan pendinginan pada temperatur tertentu.

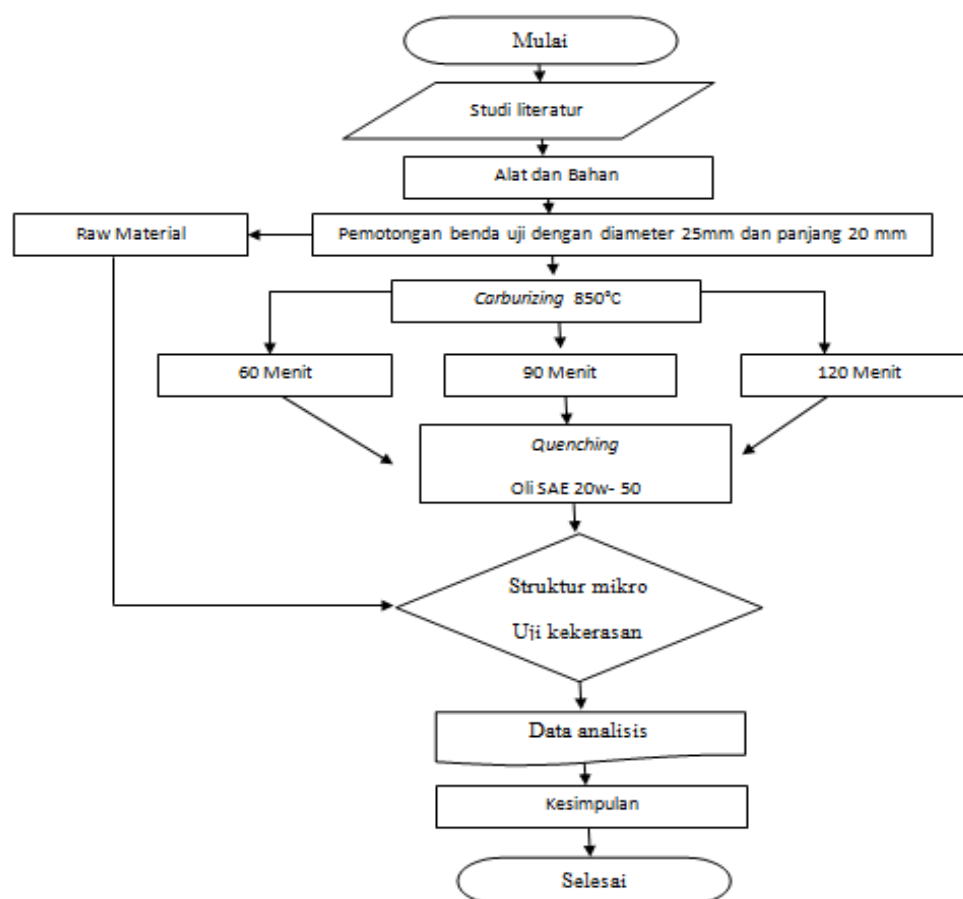
Oleh karena itu, untuk mendapatkan kekerasan yang maksimal maka dilakukan pendinginan cepat yaitu dengan media air atau oli. Kadar karbon yang terdapat pada media karburisasi sangat mempengaruhi hasil dari proses karburisasi, karena kandungan karbon dalam arang bambu akan terurai menjadi CO yang selanjutnya terurai menjadi karbon aktif yang dapat berdifusi masuk ke dalam baja, dan akhirnya akan menaikkan konsentrasi karbon pada permukaan baja, akibatnya kekerasan baja akan meningkat pula. Untuk mendapatkan nilai kekerasan yang tinggi setelah proses karburisasi benda kerja dilakukan proses *quenching* yaitu proses pendinginan cepat, sehingga diperoleh fasa martensit.

Baja AISI 4140 adalah salah satu jenis baja yang banyak digunakan pada komponen mesin misalnya pin piston. Pin Piston merupakan suatu bahan yang memerlukan kekerasan. Pin piston biasanya terbuat dari baja karbon sedang AISI 4140. Adapun tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Mencari nilai kekerasan dari perbedaan variasi waktu carburizing baja karbon sedang AISI 4140.
2. Mencari pengaruh perbedaan variasi waktu carburizing terhadap struktur mikro baja karbon sedang AISI 4140.

METODE

Dalam penelitian ini metode yang akan digunakan meliputi pengamatan, *study literature*, perancangan material sampel, eksperimen dan pengambilan sample data eksperimen dengan diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Bahan penelitian ini berupa baja karbon sedang AISI 4140 sebanyak 12 spesimen, 3 spesimen untuk di uji kekerasan dan struktur mikro sebelum perlakuan dan 9 spesimen setelah perlakuan di uji dengan kekerasan dengan mesin rockwell untuk *Surface* dan vickers untuk *Case dept*. Peralatan yang digunakan adalah dapur pemanas, penjepit, Thermometer, Vickers micro hardness, rockwell hardness tester, mesin foto struktur mikro. Proses perlakuan panas *Carburizing* bertujuan sebagai hardening.

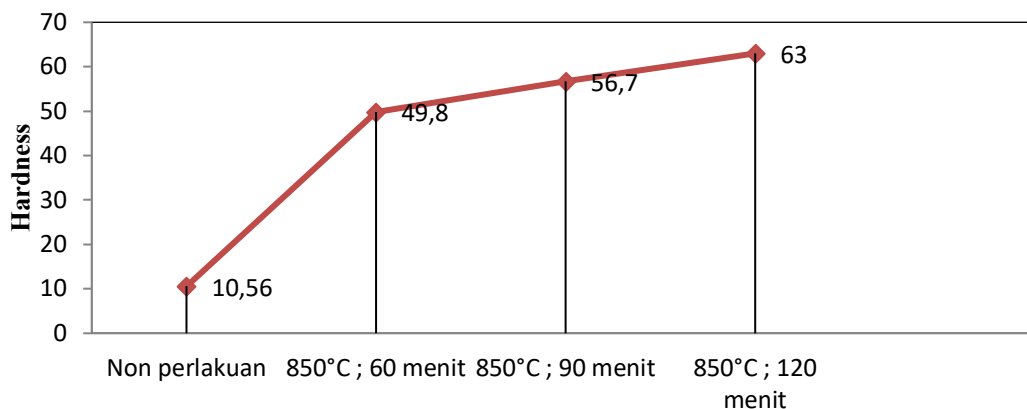
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data uji kekerasan Rockwell

Tabel 1 Data Uji Kekerasan Rockwell

No	Spesimen	Sample no	Surfase Hardness (HRC ACTUAL)			Rata-Rata HRC	
1	Non Treatment	1	10.5	9.7	10.8	10.3	10.56
		2	10.4	12.0	9.9	10.8	
		3	9.4	11.4	10.6	10.6	
2	850°C ; 60 menit	1	52.0	56.2	54.1	54.1	49.8
		2	52.5	49.6	41.0	47.7	
		3	50.3	41.1	51.4	47.6	
3	850°C ; 90 menit	1	58.8	59.2	57.3	58.4	56.7
		2	56.1	55.8	55.6	55.8	
		3	55.6	56.2	56.0	56.0	
4	850°C ; 120 menit	1	64.3	65.8	62.8	64.3	63.0
		2	62.3	64.8	61.3	62.8	
		3	62.3	62.1	61.8	62.1	

Pada baja hasil proses *Carburizing* terlihat memiliki kenaikan kekerasan yang cukup tinggi jika dibandingkan dengan kekerasan awal pada Tabel 1 ditunjukkan bahwa dengan proses *Carburizing* maka kekerasan permukaan akan meningkat hingga mencapai kekerasan sebesar 49,8-63,0 HRC. Variasi pada *Holding Time* menghasilkan nilai kekerasan yang berbeda untuk setiap sampel seperti yang ditunjukkan oleh nilai rata-rata tiap *Holding Time* pada tabel 1 yaitu dengan *Holding Time* 60 menit ; 90 menit ; 120 menit masing-masing 49,8 ; 56,7 ; 63,0. Nilai kekerasan permukaan tertinggi dicapai pada variasi *Holding Time* 120 menit dengan nilai kekerasan 63,0 HRC.

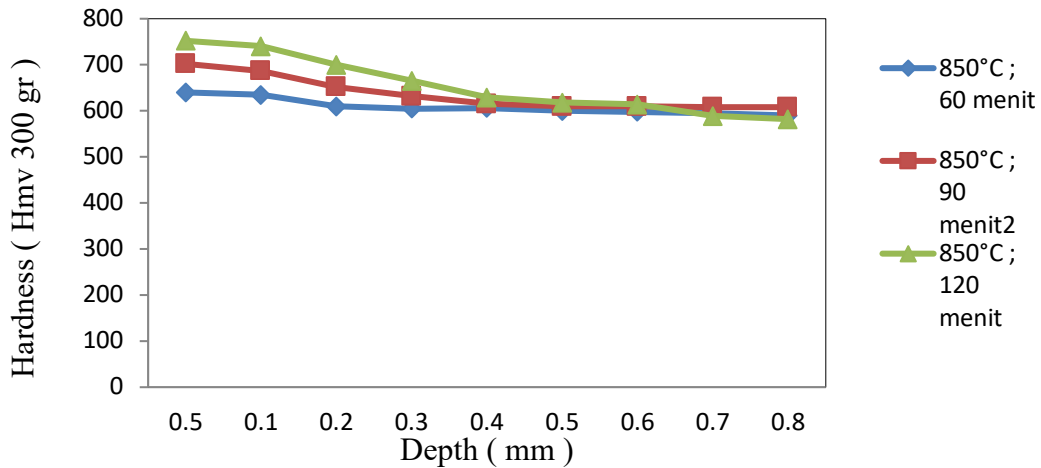


Gambar 2 Grafik Hasil Rata-Rata Uji Kekerasan Rockwell

Gambar 2. menunjukkan bahwa baja karbon sedang setelah dilakukan proses pengerasan, kekerasannya dapat meningkat cukup signifikan dan juga memperlihatkan adanya perbedaan peningkatan kekerasan dengan adanya beda metode variasi *Holding Time* yang diterapkan. Kekerasan maksimum 63 HRC. Artinya bertambahnya *Holding Time* mempunyai efek untuk meningkatkan kekerasan pada proses pengerasan baja hasil pack carburizing. Data uji kekerasan Vickers.

Tabel 2. Data Distribusi Kekerasan

No	Spesimen	Distribution Hardness (HMV 300 gr)								
		KEDALAMAN								
		0.05 mm	0.10 mm	0.20 mm	0.30 mm	0.40 mm	0.50 mm	0.60 mm	0.70 mm	0.80 mm
1	850°C ; 60 menit	640	635	610	605	606	600	598	595	590
2	850°C ; 90 menit	702	687	652	632	615	610	610	608	608
3	850°C ; 120 menit	752	740	700	665	629	618	614	614	589



Gambar 3. Grafik Distribusi Kekerasan

Gambar 3. menunjukkan bahwa semakin jauh dari permukaan, terjadi penurunan kekerasan. Hal ini menunjukkan terjadinya *case hardening* pada sampel karena proses *Carburizing*. Pada proses ini terjadi difusi karbon dari atmosfer di dalam *furnase* ke dalam baja melalui permukaan akan menjadi bagian paling keras, berturut-turut ke bagian inti semakin mendekati logam dasar. Grafik yang bergerak ke bawah seiring pertambahan kedalaman menunjukkan bahwa kekerasan di permukaan lebih tinggi dari kekerasan di sub permukaan.

Hasil Pengujian Struktur Mikro

Hasil pengujian struktur mikro menggunakan mikroskop optik, diperoleh data berupa tampilan gambar seperti Gambar 4-7 berikut ini.

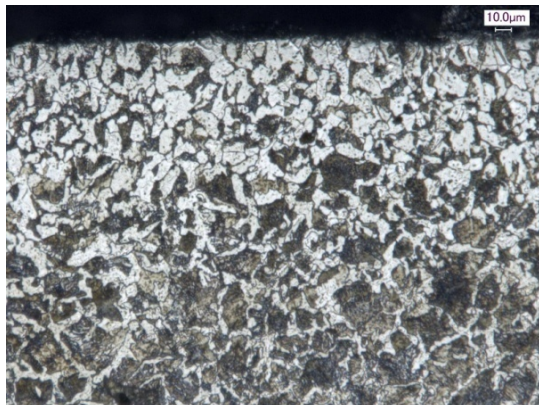


Foto Struktur Mikro Raw Material Bagian Luar
Pembesaran 400x



Foto Struktur Mikro Raw Material Bagian Luar
Pembesaran 400x

Gambar 4. Struktur Raw Material

Struktur mikro *Non Treatment* dapat dilihat dengan mikroskop logam. Foto mikro pada *Non Treatment* dilakukan perbesaran 400X dan menunjukkan warna terang adalah *ferrite* dan warna gelap adalah *pearlite*. Pada *Non Treatment* struktur *ferrite* terlihat masih cukup banyak, hal ini menunjukkan pada specimen *Non Treatment* dapat dilakukan *treatment* dikarenakan kandungan *ferrite* yang masih banyak. Seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Foto Struktur Mikro Temperatur 850° Pada Holding Time 60 Menit Bagian Luar Pembesaran 400x

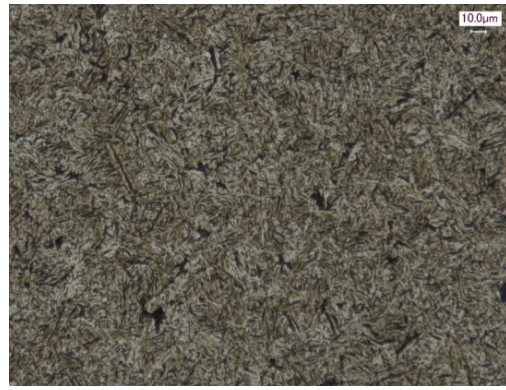


Foto Struktur Mikro Temperatur 850° Pada Holding Time 60 Menit Bagian Dalam Pembesaran 400x

Gambar 5. Struktur Holding Time 60 Menit

Struktur mikro pada pada spesimen baja karbon sedang yang telah di *Carburizing* menunjukan bahwa terlihat pada baja yang telah mengalami proses *Carburizing* akan membentuk fasa martensit yang halus dibagian permukaan sampai pada bagian inti (*Core*) dibawah permukaan, hal tersebut dapat dilihat memiliki struktur martensit yang lebih halus dibandingkan dengan struktur logam dibagian inti. Hal ini menandakan bahwa proses *Carburizing* menyebabkan adanya penambahan unsur carbon yang membuat kekerasannya meningkat pada bagian luar material. Sedangkan pada foto struktur mikro pada spesimen bagian dalam menunjukan ferrite lebih dominan daripada pearlite. Hal ini membuat sifat baja pada bagian luar keras dan bagian dalam ulet seperti pada Gambar 5.

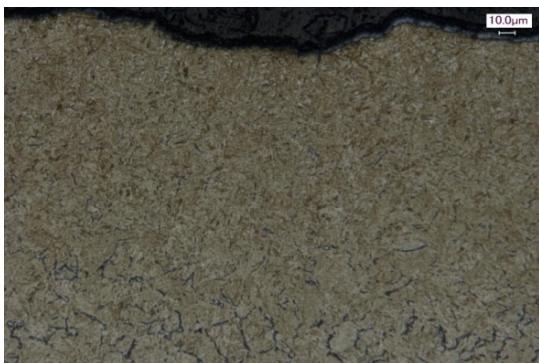


Foto Struktur Mikro Temperatur 850° Pada Holding Time 90 Menit Bagian Luar Pembesaran 400x

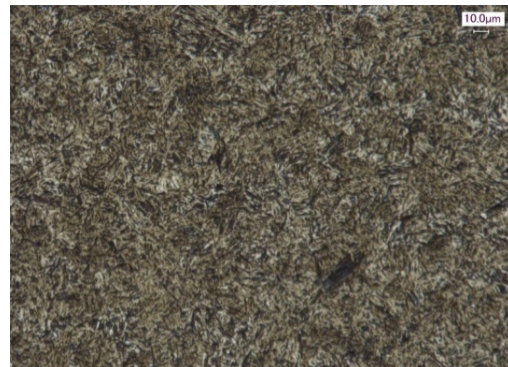


Foto Struktur Mikro Temperatur 850° Pada Holding Time 90 Menit Bagian Dalam Pembesaran 400x

Gambar 6. Struktur Holding Time 90 Menit

Struktur mikro pada Gambar 6 pada spesimen baja karbon sedang yang telah di *Carburizing* menunjukan bahwa terlihat pada baja yang telah mengalami proses *Carburizing* pada *Holding Time* 90 menit Struktur *martensite* terlihat lebih banyak dibandingkan pada spesimen sebelumnya, hal tersebut dapat dilihat dengan memiliki struktur martensit yang halus lebih jauh ke inti dibandingkan dengan sebelumnya. Hal ini menandakan bahwa proses *Carburizing* menyebabkan adanya penambahan unsur carbon yang membuat kekerasannya meningkat pada bagian luar material. Sedangkan pada foto struktur mikro pada spesimen bagian dalam menunjukan ferrite lebih dominan daripada pearlite. Hal ini membuat sifat baja pada bagian luar keras dan bagian dalam ulet



Foto Struktur Mikro Temperatur 850° Pada Holding Time 120 Menit Bagian Luar Pembesaran 400x

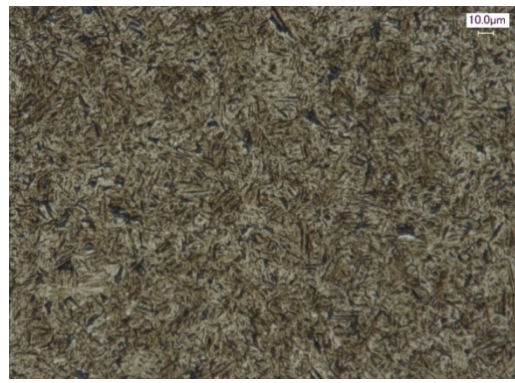


Foto Struktur Mikro Temperatur 850° Pada Holding Time 120 Menit Bagian Dalam Pembesaran 400x

Gambar 7. Struktur Holding Time 120 Menit

Struktur mikro pada Gambar 7 spesimen baja karbon sedang yang telah di *Carburizing* menunjukkan bahwa terlihat pada baja yang telah mengalami proses *Carburizing* pada *Holding Time* 120 menit Struktur *martensite* terlihat lebih banyak dibandingkan pada dua spesimen sebelumnya menjadikan spesimen ini lebih keras, hal tersebut dapat dilihat dengan memiliki struktur martensit yang halus lebih jauh ke inti dibandingkan dengan sebelumnya. Hal ini menandakan bahwa proses *Carburizing* menyebabkan adanya penambahan unsur carbon yang membuat kekerasannya meningkat pada bagian luar material. Sedangkan pada foto struktur mikro pada spesimen bagian dalam menunjukkan ferrite lebih dominan daripada pearlite. Hal ini membuat sifat baja pada bagian luar keras dan bagian dalam ulet.

PENUTUP

Simpulan

Spesimen *Non Treatment* mempunyai nilai kekerasan sebesar 10.56 HRC. Nilai kekerasan spesimen mengalami kenaikan seiring dengan *Holding Time* pada proses *Carburizing* yaitu sebesar 49.8 HRC pada waktu 60 menit dan 56.7 HRC pada waktu 90 menit dan dengan kekerasan tertinggi sebesar 63.0 HRC pada waktu 120 menit. Hasil pengamatan foto struktur mikro pada spesimen *Non Treatment* menunjukkan tidak adanya unsur carbon yang masuk. Sedangkan hasil pengamatan foto struktur mikro pada spesimen yang telah di *Carburizing* menunjukkan adanya karbida yang terbentuk. Hal ini menyebabkan sifat baja keras pada bagian luarnya sedangkan ulet pada bagian dalamnya.

Saran

Perlu penelitian lebih lanjut untuk mendapat kekerasan dan struktur mikro yang lebih akurat dengan menambah *Holding Time* dan variasi temperatur *Carburizing*.

DAFTAR PUSTAKA

- Amanto, Hari. 2006. Ilmu Bahan. Jakarta : Bumi Angkasa.
- American Society of Metals (ASM International). ASM Handbook Volume 4 Heat Treatment ASM International. 2005.
- American Society for Testing Materials (ASTM) E 112, *Standard Test Methods for Determining Average Grain Size*. ASTM International: USA. 2004.
- American Society for Testing Materials (ASTM) E92-00, *Standard Test Methods for vickers Hardness of Metallic Materials*. ASTM International: USA. 2000.
- American Society for Testing Materials (ASTM) E 18, *Standard Test Methods for Rockwell Hardness of Metallic Materials*. ASTM International: USA. 2003.
- Amstead, B.H., Oswald, P.F., Begeman, M.L., Djaprie, S., 1989. *Teknologi Mekanik Jilid I*. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Beumer, 1985. *Ilmu Bahan Logam Jilid I*. Jakarta : Bharata Karya Aksara.
- Djaprie Sriati, 1997. Ilmu dan Teknologi Bahan. Jakarta : Erlangga.
- Fahcreza, Ichsan. 2017. Analisa Pengaruh Waktu Penahanan Terhadap Nilai Kekerasan Baja Aisi 1050 Dengan Metode Pack Carburizing. No. 1 Vol.1.

- Koswara, Engkos, 1999. *Pengujian Bahan Logam*, Bandung : Humanaiora Utama Press.
- Ngakan, dewa. 2016. Efektifitas Carburizer dari Sumber Karbon Berbeda Pada Proses Pack Carburizing: vol 2 no 1.
- Palallo, Frederick. 1995. Perlakuan panas Logam. Bandung : PPPG Teknologi Bandung.
- Sampurna, Windra. 2016. Studi Eksperimen Proses *Tempering* Terhadap Kekerasan Permukaan dan Estimasi Keausan: vol5: no2.
- Schonmentz, A., Gruber, K. 1985. *Pengetahuan Bahan Logam*, PT. Angkasa, Bandung.
- Suratman, Rochim. 1994. *Panduan Perlakuan panas*. Lembaga Penelitian Institut Teknologi Bandung.
- Surdia, T., Chijiwa, K. 2000. *Teknik Pengecoran Logam*, Cetakan Ke-8, PT. Pradnya Paramita : Jakarta.