

Pengaruh Waktu Tahan Pada Proses Carburizing Terhadap Sifat Mekanik Baja S 45 C Pada Pembuatan Prototype Poros Engkol

*Mukro Afrianto, M.Fajar Sidiq, Moh. Agus Sidik

Progam Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik , Universitas Pancasakti Tegal Jl. Halmahera km 1 Tegal 52121 telp.fax (0283) 342519

INFORMASI ARTIKEL

NASKAH DITERIMA : 16 Maret 2020

DIREVISI : 14 April 2020

DISETUJUI : 16 Juni 2020

*KORESPONDENSI PENULIS :
mesinfutps@gmail.com

doi:

<https://doi.org/10.47685/mestro.v2i02.282>

Abstract

This study aims to determine the effect of holding time on the carburizing process of s 45 c steel, especially on the properties of hardness, tensile strength and tensile strength after carburizing with carbon shell charcoal. The research methodology is that the material used is medium carbon steel which is used for the manufacture of the crankshaft. Where the S 45 C steel material is carburizing at a temperature of 9000 C after which a holding time is carried out for 15 minutes, 25 minutes, and 35 minutes then cooled (quenching) quickly through seawater media. Each uses 3 specimens. Furthermore, the process of hardness testing, tensile testing, and bending. The results of this study are the hardness of S 45 C steel in the carburizing process with shell charcoal carbon to a temperature of 900° and holding time for 35 minutes the average hardness is 504 HB, the highest increase is 159.80% from raw material, holding time for 15 minutes and 25 minutes the average hardness was 456 HB and 496 HB increased by 135.05% and 155.67% of the raw material. The magnitude of the tensile strength of S 45 C steel with the carburizing process and holding time for 15 minutes the average tensile strength is 1442.32 N/mm², the highest increase is 109.74% from the raw material and the carburizing process at a holding time of 25 minutes the average tensile strength is 1392.85 N/mm², for a holding time of 35 minutes the average tensile strength is 687.29 N/mm², a decrease of -0.0523% from the raw material. The bending strength of S 45 C steel with carburizing process and holding time of 15 minutes, 25 minutes, and 35 minutes has an average bending strength of 65.85 N/mm², 56.63 N/mm², and 62.04 N/mm² , all experienced a decrease from raw material by 19.97%, 31.18%, 24.60%.

Keywords: *Holding time, Carburizing, Quenching*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu tahan (Holding Time) pada proses carburizing baja s 45 c terutama pada sifat kekerasan, kekuatan tarik dan kekuatan banding setelah di carburizing dengan bahan karbon arang batok. Metodologi penelitiannya yaitu material yang digunakan adalah bajakarbon sedang yang digunakan untuk pembuatan poros engkol (crankshaft). Dimana material baja S 45 C dilakukan proses carburizing pada suhu 9000C setelah itu dilakukan penahanan waktu (holding time) selama 15 menit, 25 menit, dan 35 menit kemudian didinginkan (quenching) secara cepat melalui media air laut. Masing-masing menggunakan 3 spesimen. Selanjutnya proses pengujian kekerasan, pengujian Tarik, dan bending. Hasil dari penelitian ini adalah kekerasan dari baja S 45 C pada proses carburizing dengan unsur karbon arang batok sampai suhu 900° dan holding time selama 35 menit kekerasan rata – rata adalah 504 HB mengalami kenaikan tertinggi sebesar 159,80% dari raw material, holding time selama 15 menit dan 25 menit kekerasan rata – rata adalah 456 HB dan 496 HB mengalami kenaikan sebesar 135,05% dan 155,67% dari raw material. Besarnya kekuatan tarik baja S 45 C dengan proses carburizing dan holding time selama 15 menit kekuatan tarik rata – rata adalah 1442,32 N/mm² mengalami kenaikan tertinggi sebesar 109,74% dari raw material dan proses carburizing pada holding time 25 menit kekuatan tarik rata – rata adalah 1392,85 N/mm², untuk holding time 35 menit kekuatan tarik rata – rata adalah 687,29 N/mm², mengalami penurunan sebesar -0,0523% dari raw material. Kekuatan lengkung dari baja S 45 C dengan proses carburizing dan holding time 15 menit, 25 menit, dan 35 menit memiliki kuat lengkung rata – rata adalah 65,85 N/mm², 56,63 N/mm², dan 62,04 N/mm², semuanya mengalami penurunan dari raw material sebesar 19,97%, 31,18%, 24,60%.

Kata kunci: *Holding time, Carburizing, Quenching*

PENDAHULUAN

Proses pemesinan merupakan proses lanjutan dalam pembentukan benda kerja atau mungkin juga merupakan proses akhir setelah pembentukan logam menjadi bahan baku berupa besi tempa atau baja paduan atau dibentuk melalui proses pengecoran yang dipersiapkan dengan bentuk yang mendekati kepada bentuk benda yang sebenarnya. (Hardi Sudjana, 2008; 307). Baja atau besi tempa sebagai bahan produk yang akan dibentuk melalui proses pemesinan biasanya memiliki bentuk profil berupa bentuk dan ukuran yang telah distandarkan misalnya, bentuk bulat “O”, segi empat, segi enam, “L”, “I”, “H”, dan lain-lain.

Reklitasi adalah perubahan terpenting yang terjadi pada sifat peka struktur terjadi selama tahap reklitasi primer. Pada tahap ini kisi yang terdeformasi secara menyeluruh digantikan oleh kisi baru tanpa regangan melalui proses nukleasi dan pertumbuhan dimana butir tanpa tegangan tumbuh dari nuklei yang terbentuk dalam matriks terdeformasi. Suhu reklitasi baja berkisar antara 732°C. Pengerjaan panas pada baja biasanya dilakukan diatas suhu reklitasi. (Djaprie, 2000; 260).

Pengarbonan/*Carburizing* yaitu proses pemberian atau penambahan kandungan karbon yang lebih banyak pada bagian permukaan dibanding dengan

dinding bagian dalam, sehingga kekerasan permukaanya lebih meningkat. Sedang pada bagian dalamnya diharapkan masih memiliki keuletan/keliatan.

Dari hasil observasi yang dilakukan di laboratorium lik takaru tegal, bahwa poros engkol original dari motor supra x produk honda mempunyai nilai kekerasan HB rata – rata 275 sedangkan peneliti menggunakan material baja S45C yang memiliki nilai kekerasan rata – rata HB 194, dengan hasil ini maka peneliti harus meningkatkan nilai kekerasan dari baja S45C dan memilih cara penambahan unsur karbon untuk meningkatkan nilai kekerasan material baja S45C.

Proses perlakuan panas adalah kombinasi dari operasi pemanasan dan pendinginan dengan kecepatan tertentu yang dilakukan terhadap logam atau paduan dalam keadaan padat, sebagai upaya untuk memperoleh sifat – sifat tertentu. Proses perlakuan panas pada dasarnya terdiri dari beberapa tahapan, dimulai dengan pemanasan sampai temperatur tertentu, lalu diikuti dengan penahanan selama beberapa saat, baru kemudian dilakukan pendinginan. Melalui perlakuan panas yang tepat, tegangan dalam dapat dihilangkan, besar butir diperbesar atau diperkecil, ketangguhan dapat ditingkatkan atau dapat dihasilkan suatu permukaan yang keras disekeliling

inti yang ulet. (Sidiq, Agus, & Soebyakto, 2016).

Berdasarkan uraian diatas peneliti mengambil permasalahan “Pengaruh Waktu Tahan pada Proses *Carburizing* Terhadap Sifat Mekanik Baja S 45 C pada Pembuatan *Prototype* Poros Engkol”.

Penahanan waktu yang dilakukan selama 15 menit, 25 menit, dan 35 menit. Penentuan waktu ini berdasarkan bahwa baja paduan menengah lama waktu penahanan yang efektif antara 15 – 25 menit. Peneliti menggunakan penahanan waktu yang efektif serta penahanan waktu diatasnya untuk dijadikan variasi dalam penelitian ini. Hal ini untuk melihat apakah benar penahanan waktu 15 – 25 menit penahanan waktu yang efektif. Pada pengarbonan padat dalam kotak dipakai arang batok kelapa dan dimasukan baja yang akan dikeraskan, kotak kemudian ditutup rapat dan dipanaskan pada suhu 900°C, suhu ini berdasarkan bahwa karbonisasi secara umum dilaksanakan pada suhu 900°C - 950°C.

Berdasarkan penjelasan tersebut, maka permasalahan yang akan diteliti dalam penelitian ini yaitu: (1)Bagaimana pembuatan *prototype* dari bahan baja S 45 C?; (2)Bagaimana pengaruh waktu tahan (*holding time*) 15 menit, 25 menit, dan 35 menit terhadap nilai kekerasan sesudah dilakukan *carburizing* dengan menggunakan media arang batok kelapa?;

(3)Bagaimana pengaruh waktu tahan (*holding time*) 15 menit, 25 menit, 35 menit terhadap nilai kekuatan tarik sesudah dilakukan *carburizing* menggunakan media arang batok kelapa?; (4)Bagaimana pengaruh waktu tahan (*holding time*) 15 menit, 25 menit, 35 menit terhadap nilai kelengkungan (*bending*) sesudah dilakukan *carburizing* menggunakan media arang batok kelapa?

METODE PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Eksperimen adalah salah satu cara untuk mencari hubungan sebab akibat antara dua faktor yang sengaja ditimbulkan oleh peneliti dengan mengeliminasi, mengurangi dan menyisihkan faktor-faktor lain dari hasil penelitian (Arikunto,2006).

Dalam penelitian ini material yang digunakan adalah baja S45C yang merupakan baja karbon sedang dengan kandungan karbon 0,42% yang akan diaplikasikan ke komponen mesin yaitu poros engkol atau *crankshaft* pada motor. Dimana material baja S45C dilakukan proses *carburizing* pada suhu 900°C setelah itu dilakukan penahan waktu (*holding time*) selama 15 menit, 25 menit, dan 35 menit kemudian didinginkan (*quenching*) secara cepat melalui media air laut. Selanjutnya proses pengujian kekerasan, pengujian lengkung (*bending*) dan pengujian tarik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Pengujian Komposisi Poros Engkol Original

Dari hasil pengujian komposisi yang dilakukan di laboratorium LIK tegal bahwa poros engkol original dari Honda Supra X mempunyai kandungan karbon sebesar 63%, dengan kandungan tersebut maka bahan yg digunakan untuk poros engkol ini merupakan baja karbon tinggi, Tabel 1 berikut merupakan hasil dari pengujian komposisi poros engkol.

Tabel 1. Hasil Pengujian Komposisi Poros Engkol Original

Unsur	Chemical Composition (%)		
	N1	N2	Test Result
C	0,62	0,65	0,63
Si	0,17	0,17	0,17
Mn	0,77	0,77	0,77
P	0,03	0,04	0,03
S	0,03	0,03	0,03
Cr	1,09	1,09	1,09
Mo	0,10	0,10	0,10
Ni	0,08	0,08	0,08
Al	0,03	0,03	0,03
Co	0,01	0,01	0,01
Cu	0,10	0,10	0,10
W	0,03	0,03	0,03

Unsur	Chemical Composition (%)		
	N1	N2	Test Result
Pb	0,01	0,01	0,01
Sn	0,02	0,02	0,02
Ce	0,01	0,01	0,01
Fe	96,6	96,6	96,6

Sumber : Laboratorium LIK Tegal

Uji Komposisi Baja S 45 C

Berdasarkan hasil penelitian Edi Widodo dan Mitahul Huda (2009), material baja S 45 C adalah merk salah satu produk baja yang diproduksi oleh Bohler. Baja S 45 C JIS G 4051 (japan) merupakan baja karbon sedang, Tabel 2 berikut ini merupakan kandungan pada baja S 45 C.

Tabel 2. Hasil Pengujian Komposisi Baja S 45 C

Unsur	Chemical Composition (%)
Karbon (C)	0,42%
Sulfur (S)	0,35%
Silikon (Si)	0,15%
Khrom (Cr)	0,2%
Mangan (Mn)	0,6%
Nikel (Ni)	0,2%
Phospor (P)	0,3%
Tembaga (Cu)	0,3%

Pengujian Kekerasan *Brinell*

Pengujian kekerasan di lakukan terhadap lima kondisi sampel spesimen yaitu : poros engkol original, raw material, *carburizing* arang batok kelapa suhu 900°C *holding time* 15 menit media *quenching* air laut, *carburizing* arang batok kelapa suhu 900°C *holding time* 25 menit media *quenching* air laut, *carburizing* arang batok kelapa suhu 900°C *holding time* 35 menit media *quenching* air laut. Setiap pengujian terdiri dari satu sampel spesimen uji tarik yang dapat dilihat pada tabel 3.

Pengujian Kekuatan Tarik

Pengujian tarik di lakukan terhadap empat kondisi sampel spesimen yaitu : raw material, *carburizing* arang batok kelapa suhu 900°C *holding time* 15 menit media *quenching* air laut, *carburizing* arang batok kelapa suhu 900°C *holding time* 25 menit media *quenching* air laut, *carburizing* arang batok kelapa suhu 900°C *holding time* 35 menit media *quenching* air laut. Setiap pengujian terdiri dari tiga sampel spesimen uji tarik yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Data Hasil Nilai Pengujian Kekerasan *Brinell*

No	Daerah Uji	Spesimen	D (mm)	d (mm)	F (N)	Nilai Kekerasan <i>Brinell</i> $HB = \frac{F}{\left(\frac{\pi d}{2}\right) (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$
1	Titik 1	Poros Engkol/ <i>Crankshaft</i> Original	2,5	0,92	1840	272,5
	Titik 2		2,5	0,92	1840	272,5
	Titik 3		2,5	0,91	1840	280
Nilai Rata – Rata						275
2	Titik 1	<i>Raw material</i>	2,5	1,08	1840	194
	Titik 2		2,5	1,10	1840	189
	Titik 3		2,5	1,07	1840	199
Nilai Rata – Rata						194
3	Titik 1	<i>holding time</i> 15 menit	2,5	0,74	1840	423
	Titik 2		2,5	0,72	1840	446
	Titik 3		2,5	0,69	1840	499
Nilai Rata – Rata						456
4	Titik 1	<i>holding time</i>	2,5	0,72	1840	446

No	Daerah Uji	Spesimen	D (mm)	d (mm)	F (N)	Nilai Kekerasan Brinell $HB = \frac{F}{\left(\frac{\pi D}{2}\right) (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$
	Titik 2	25 menit	2,5	0,67	1840	528
	Titik 3		2,5	0,68	1840	514
Nilai Rata – Rata						496
5	Titik 1	<i>holding time</i> 35 menit	2,5	0,70	1840	472
	Titik 2		2,5	0,68	1840	514
	Titik 3		2,5	0,67	1840	528
Nilai Rata – Rata						504,67

Sumber: Laboraturium LIK Tegal

Keterangan :D = Diameter bola (mm)

d = Diameter jejak/lekukan (mm)

F = Beban yang diterapkan (N)

HB = Hargakekerasanbrinell

Tabel4.HasilPengujianTarikSpesimen Baja S 45 C

Variasi <i> Holding time</i>	D ₀ (mm ²)	L ₀ (mm ²)	A ₀ (mm ²) $A_0 = \frac{\pi}{4} D_0^2$	P _{max} (kN)	P _{max} (N)	Teg. Tarik (N/mm ²) $\sigma = \frac{P_{max}}{A_0}$
<i>Raw Material</i>	10,08	50	79,83	54,56	54560	683,42
	10,02	50	78,89	56,38	56380	714,70
	10,7	50	89,96	59,91	59910	665,99
Rata – Rata	10,27	50	82,82	56,95	56950	687,65
<i> Holding time</i> 15menit	9,65	50	73,17	102,41	102410	1399,66
	9,93	50	77,48	130,12	130120	1679,50
	10,07	50	79,68	99,56	99560	1249,57
Rata – Rata	9,88	50	76,75	110,70	110697	1442,32
<i> Holding time</i> 25menit	9,95	50	77,79	105,03	105030	1350,21
	10,15	50	80,95	126	126000	1556,59
	9,94	50	77,63	98,16	98160	1264,44
Rata – Rata	10,01	50	78,78	109,73	109730	1392,85
<i> Holding time</i> 35menit	9,95	50	77,79	62,56	62560	804,24
	9,83	50	75,92	47,56	47560	626,43

Variasi Holding time	D ₀ (mm ²)	L ₀ (mm ²)	A ₀ (mm ²) A ₀ = $\frac{\pi}{4}D_0^2$	P _{max} (kN)	P _{max} (N)	Teg. Tarik (N/mm ²) $\sigma = \frac{P_{max}}{A_0}$
	10,19	50	81,59	51,56	51560	631,97
Rata – Rata	9,99	50	78,41	53,89	53893,3	687,29

Sumber :Laboratorium LIK TakaruTegal

Keterangan :D₀ = Diameter awal (mm)

L₀ = Panjangawal (mm)

A₀ = Luaspenampangawal (mm²)

P max = Bebanarikmaksimum (kN)

σ = Kuattarik (N/mm²)

Pengujian Bending

Pengujian *bending* dilakukan terhadap empat kondisi sampel spesimen yaitu : raw material, *carburizing* arang batok kelapa suhu 900°C *holding time* 15 menit media *quenching* air laut, *carburizing* arang batok kelapa suhu

900°C *holding time* 25 menit media *quenching* air laut, *carburizing* arang batok kelapa suhu 900°C *holding time* 35 menit media *quenching* air laut. Setiap pengujian terdiri dari tiga sampel spesimen uji Bendingyang dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel5. Hasil Pengujian Lengkung (*Bending Test*) Spesimen Baja S 45 C

No	Variasi Holding Time	F(kN)	D(mm)	R(mm)	L(mm)	Kuat Lengkung N/mm ² $\sigma_f = \frac{FL}{\pi R^3}$
1	Raw Material	7670	10,59	5,30	5,30	87,12
2		6710	10,28	5,14	5,14	80,83
3		6540	10,27	5,14	5,14	78,93
Rata – rata		6973,33	10,38	5,19	5,19	82,29
1	Holding Time 15 Menit	5160	10,12	5,06	5,06	64,19
2		4400	10,56	5,28	5,28	50,22
3		7040	10,38	5,19	5,19	83,14
Rata – rata		5533,33	10,35	5,18	5,19	65,85
1	Holding Time 25 menit	3180	10,59	5,30	5,30	36,12
2		5260	10,32	5,16	5,17	62,92
3		4740	10,32	5,16	5,16	56,63

Rata – rata		4393,33	10,41	5,21	5,23	51,89
1	Holding Time 35 Menit	4710	10,37	5,19	5,19	55,78
2		5090	10,46	5,23	5,23	59,25
3		6220	10,56	5,28	5,29	71,08
Rata – rata		5340	10,46	5,23	5,23	62,04

Sumber : Laboraturium LIK Takaru Tegal

Keterangan : $\sigma f =$ Kekuatan Tegangan Lengkung (N/mm^2)

F = Beban Lengkung Maksimum(kN)

R = Jari – jari (mm)

L = Jarak antar penumpu (mm)

Desain Gambar Poros Engkol

Desain gambar poros engkol yang akan dibuat dengan menggunakan material baja S 45 C dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain Poros Engkol

Pembuatan produk poros engkol dilakukan di UD. Kelana Logam Tegal dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Mempersiapkan bahan material baja S 45 C yang akan dibuat produk poros engkol.
- Membuat cetakan dengan bahan tanah liat khusus untuk pengecoran untuk dibentuk poros engkol seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses Pembuatan Cetakan
- Setelah selesai membuat cetakan, kemudian melebur bahan material baja S 45 C dengan menggunakan dapur khusus untuk peleburan besi di UD. Kelana Logam seperti Gambar 3.



Gambar 3. Proses Peleburan Material
Baja S 45 C

- Setelah bahan material baja S 45 C mencair langsung tuangkan kedalam cetakan yang sudah dipersiapkan sampai penuh lalu tunggu beberapa menit seperti Gambar 4.



Gambar 4.4. Proses Penuangan Kedalam Cetakan

- Terakhir, bongkar perlahan cetakan dan ambil hasil yang sudah jadi lalu dilakukan proses pembentukan dan penghalusan dengan menggunakan gerenda atau mesin bubut dan milling, hasilnya seperti Gambar 5.



Pembahasan

Berdasarkan hasil data pengujian komposisi poros engkol (*spectrometer*)

Gambar 5. Produk Poros Engkol dengan Bahan Baja S 45

Perbedaan Spesifikasi Poros Engkol Original dan Bahan Baja S 45 C

Poros engkol adalah satu komponen penting suatu mesin yang mengubah gerak naik turun piston menjadi gerak putar. Untuk baja S 45 C sendiri adalah baja dengan kandungan karbon 0,45 yang merupakan baja karbon sedang. Perbedaan Spesifikasi Poros Engkol Original dan Bahan Baja S 45 C dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 4.6. Tabel Perbedaan Poros Engkol dan Baja S 45 C

Kandungan Komposisi dan sifat mekanik	Poros Engkol Original	Baja S 45 C
Karbon (C)	0,63%	0,42%
Sulfur (S)	0,03%	0,35%
Silikon (Si)	0,17%	0,15%
Khrom (Cr)	1,09%	0,2%
Mangan (Mn)	0,77%	0,6%
Nikel (Ni)	0,08%	0,2%
Phospor (P)	0,03%	0,3%
Tembaga (Cu)	0,10%	0,3%
Nilai kekerasan brinell	275 HB	194 HB

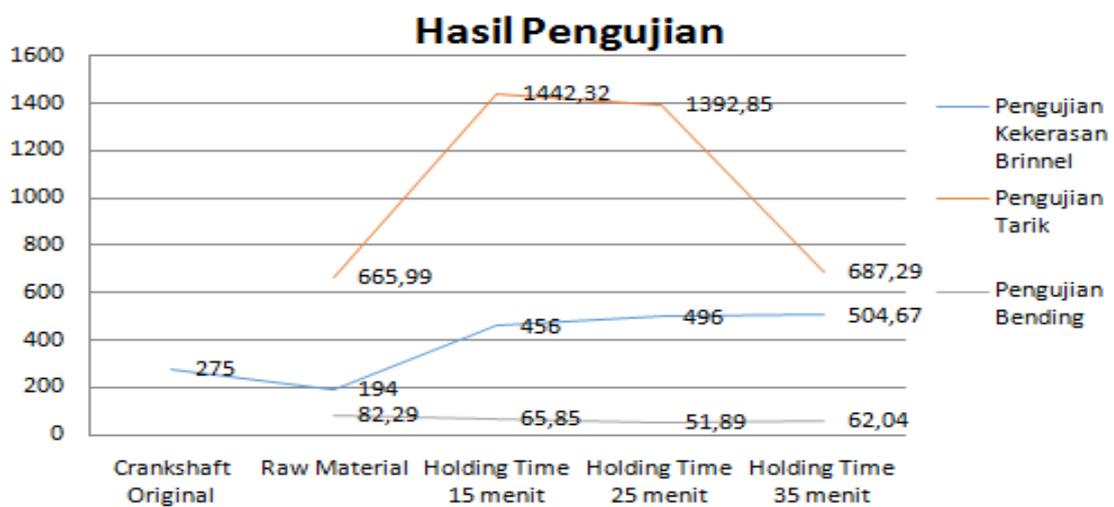
Sumber: LIK Takaru Tegal

makabahanporosengkoltermasukbajakarbo ntinggidenganunsurekarbon (C)= 0,63%, Silisium (Si)= 0,17%, Mangan (Mn)= 0,77 %, phosphor (P)= 0,03%, Belerang (S)=

0,03, Chrom (Cr)= 1,09 %, Nikel (Ni)= 0,08%, Aluminium (Al)= 0,01%, Kobalt (Co)= 0,01%, Tembaga (Cu)= 0,10%, Wolfram (W)= 0,03%, Timbal (Pb)= 0,01%, Serium (Ce)= 0,01% dan Besi (Fe)= 96,9%. Sedangkan bahan material baja S 45 C adalah baja karbon menengah dengan unsur karbon (C)= 0,42%, sulfur (S)= 0,35%, silikon (Si)= 0,15%, khrom (C)=

0,2%, mangan (Mn)= 0,6%, nikel (Ni)= 0,2%, fosfor (P)= 0,3%, tembaga (Cu)= 0,3%.

Berdasarkan hasil penelitian, maka didapatkan hasil dari uji kekerasan, uji kekuatan tarik, dan uji kekuatan *bending* yang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Pengaruh Variasi Holding Time Terhadap Nilai Kekerasan, Kekuatan Tarik, dan Kekuatan Bending

Kekerasan dari baja S 45 C pada proses *carburizing* dengan unsur karbon arang batok kelapa sampai suhu 900°C dan ditahan selama 15 menit, 25 menit, dan 35 menit dengan media *quenching* air laut, semuanya mengalami kenaikan dari *raw material*, untuk *holding time* 15 menit memiliki nilai kekerasan rata – rata 456 HB mengalami kenaikan kekerasan sebesar 135,05% dari *raw material*, *holding time* 25 menit memiliki nilai kekerasan rata – rata 496 HB mengalami kenaikan

kekerasan sebesar 155,67% dari *raw material*, dan *holding time* 35 menit mempunyai nilai kekerasan rata – rata 504 HB yang mengalami kenaikan kekerasan terbesar yaitu 159,80% dari *raw material*. Ini menunjukkan bahwa perbedaan lamanya waktu tahan (*holding time*) pada proses *carburizing* yang dilakukan pada baja S 45 C juga akan berpengaruh besar pada kekerasan bahan dan semakin lama waktu tahan maka nilai kekerasan bahan akan semakin naik. Dari gambar 4.6 diatas dapat

dilihat nilai kekerasan rata – rata terbesar terjadi pada penahanan waktu (*holding time*) 35 menit yaitu menghasilkan kekerasan rata – rata 504,67 HB. Sedangkan pada penahanan waktu (*holding time*) 15 menit, dan 25 menit nilai kekerasan brinell rata – rata 453 HB, dan 493 HB, semuanya mengalami kenaikan dari *raw material* dengan nilai kekerasan *brinell* sebesar 194 HB.

Besarnya nilai kekuatan tarik baja S 45 C pada proses *carburizing* dengan bahan karbon arang batok kelapa sampai suhu 900°C dan waktu tahan selama 15 menit, 25 menit, dengan media *quenching* air laut mempunyai nilai kekuatan tarik rata – rata 1442,32 N/mm² dan 1392,85 N/mm², keduanya mengalami kenaikan dari *raw material* sebesar 109,74% dan 102,55%, sedangkan pada *holding time* 35 menit mempunyai nilai kekuatan tarik sebesar 687,29 N/mm², mengalami sedikit penurunan dari *raw material* sebesar 0,0523%. Ini menunjukkan bahwa perbedaan lamanya waktu tahan (*holding time*) pada proses *carburizing* yang dilakukan pada bahan material baja S 45 C juga berpengaruh pada nilai kekuatan tarik, semakin lama waktu tahan semakin menurun tingkat kekuatan tariknya. Dari gambar 4.6 diatas dapat dilihat kekuatan tarik rata – rata terbesar terjadi pada penahanan waktu (*holding time*) 15 menit yaitu menghasilkan kekuatan tarik rata –

rata 1442,32 N/mm². Pada *raw material* kekuatan tarik rata – rata 687,65 N/mm², pada penahanan waktu (*holding time*) 25 menit, memiliki nilai kekuatan tarik rata – rata 1392,85 N/mm², mengalami kenaikan dari *raw material*, sedangkan pada penahanan waktu (*holding time*) 35 menit memiliki kekuatan tarik rata – rata 687,29 N/mm², mengalami penurunan atau hampir sama dengan *raw material* yang memiliki nilai rata – rata 687,65 N/mm².

Besarnya nilai kekuatan *bending* baja S 45 C pada proses *carburizing* dengan bahan karbon arang batok kelapa sampai suhu 900°C dan waktu tahan selama 15 menit, 25 menit, dan 35 menit dengan media *quenching* air laut mempunyai nilai kekuatan tarik rata – rata 65,85 N/mm², 56,63 N/mm², dan 62,04 N/mm². Ketiganya mengalami penurunan dari *raw material* sebesar 19,97%, 31,18%, dan 24,60%. Pada *holding time* 25 menit mengalami penurunan terbesar dari *raw material*. Ini menunjukkan bahwa perbedaan lamanya waktu tahan (*holding time*) pada proses *carburizing* yang dilakukan pada bahan material baja S 45 C juga berpengaruh pada nilai kekuatan *bending*, semakin lama waktu tahan semakin menurun tingkat kekuatan *bending*nya. Dari gambar 4.6 diatas dapat dilihat kekuatan tarik rata – rata waktu tahan (*holding time*) 15 menit, 25 menit, dan 35 menit yaitu menghasilkan kekuatan tarik

rata – rata 65,85 N/mm², 56,63 N/mm², dan 62,04 N/mm². Semuanya mengalami penurunan dari raw material yang mempunyai kekuatan tarik rata – rata 82,29 N/mm².

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan:

1. Proses pembuatan prototype yang terpenting yaitu menyiapkan semua kebutuhan yang akan digunakan, setelah itu kita lebur bahan yg dibuat prototype poros engkol, kemudian diperhalus dengan mesin bubut agar hasilnya maksimal.
2. Pengaruh waktu tahan 15 menit, 25 menit, dan 35 menit pada proses carburizing sangat berpengaruh pada tingkat kekerasannya, karena semakin lama waktu tahan semakin besar pula nilai kekerasannya. Waktu tahan optimal carburizing untuk meningkatkan kekerasan baja S 45 yaitu 35 menit dengan kekerasan rata – rata 504 HB yang mengalami kenaikan sebesar 159,80% dari raw material.
3. Pengaruh waktu tahan terhadap kekuatan tarik juga sangat berpengaruh pada nilai kekuatan tariknya. Semakin cepat waktu tahan carburizing, semakin besar peningkatan kekuatan tarik dan semakin besar pula peningkatan ketangguhan baja S45C.

waktu tahan optimal

carburizing untuk meningkatkan

kekuatan tarik adalah waktu tahan 15 menit, karena mengalami kenaikan sebesar 109,74% dari raw material dengan kekuatan tarik 687,65 N/mm².

4. Dengan proses carburizing pada baja S 45 maka akan mengalami peningkatan kekerasan dan kekuatan tarik tetapi keuletan dan ketangguhannya akan menurun. Pada pengujian bending terlihat bahwa waktu tahan 15 menit, 25 menit, dan 35 menit semuanya mengalami penurunan sebesar 19,97%, 31,18%, dan 24,60% dari raw material yang memiliki kekuatan bending 82,29 N/mm². Sehingga dari proses carburizing akan didapatkan benda kerja yang memiliki sifat kombinasi antara keuletan, kekerasan dan kekuatan tarik yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*, Jakarta : Rineka Cipta.
- Djaprie, 2000. *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material, Jilid 2*, Jakarta: Erlangga.
- Edi Widodo dan Miftahul Huda, 2009, *Optimasi Holding Time Untuk Mendapatkan Kekerasan Baja S 45*

C, Jurnal. Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dan Badan Pelatihan Kerja Surabaya.

Hardi Sudjana, 2008. *Teknik Pengecoran Logam Jilid 3*, Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.

Sidiq, M. Fajar. "Pengaruh Suhu Heat Treatment Terhadap Laju Korosi Material Pagar." *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi (SNAST)*. Vol. 1. No. 1. 2016.