

# EFEKTIFITAS PENGARUH *HOLDING TIME* TERHADAP KETANGGUHAN DAN STRUKTUR MAKRO BAJA KARBON RENDAH AKIBAT *PACK CARBURIZING* ARANG CEMARA

Nitha, Milka Rante, Henry Sofianto  
Ba'dung, Dennis Lorens

Program Studi Teknik Mesin,  
Fakultas Teknik Universitas Kristen  
Indonesia Toraja  
Email: [sofiantohny762@gmail.com](mailto:sofiantohny762@gmail.com)

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas pengaruh variasi *holding time* arang cemara dengan media pendingin oli SAE 20 terhadap ketangguhan baja karbon rendah ST 37 akibat proses *pack carburizing*. Penelitian ini menggunakan 2 metode penelitian yaitu uji *impact* dan struktur makro. Pada proses *pack carburizing* dengan menggunakan media arang cemara dan media pendingin oli SAE 20 terhadap ketangguhan dan struktur makro baja karbon rendah ST 37. *Holding time* yang digunakan adalah 1,2,3,4 dan 5 jam. Setelah proses *carburizing*, dilakukan uji ketangguhan dan pengamatan struktur makro. Dari hasil uji ketangguhan diperoleh nilai masing-masing: 17.513 kJ/mm<sup>2</sup> pada *holding time* 1 jam, 11.920 kJ/mm<sup>2</sup> pada *holding time* 2 jam, 13.196 kJ/mm<sup>2</sup> pada *holding time* 3 jam, 7.917 kJ/mm<sup>2</sup> pada *holding time* 4 jam dan 3.801 kJ/mm<sup>2</sup>. Kemudian untuk hasil pengamatan foto makro dapat dilihat bahwa variasi *holding time* sangat berpengaruh terhadap ketangguhan baja karbon rendah dimana semakin lama *holding time* maka struktur baja semakin longgar.

**Kata kunci:** *Holding Time, Ketangguhan, Pack Carburizing, Struktur Makro.*

## ABSTRACT

*This study aims to determine the effectiveness of holding time variation of fir charcoal with oil cooling media SAE 20 on the toughness of low carbon steel ST 37 due to the pack carburizing process. This research methods, namely impact test and macro structure. In the pack carburizing process using fir charcoal and SAE 20 oil cooling media on the toughness and macro structure of low carbon steel ST 37. Holding time used is 1,2,3,4 and 5 hours. After the carburizing process, toughness test and macro structure observation were conducted. From the results of the toughness test obtained the value of each: 17.513 kJ/mm<sup>2</sup> at a holding time of 1 hour, 11.920 kJ/mm<sup>2</sup> at a holding time of 2 hour, 13.196 kJ/mm<sup>2</sup> at a holding time of 3 hour, 7.917 kJ/mm<sup>2</sup> at a holding time of 4 hour, and 3.081 kJ/mm<sup>2</sup>. Then for macro photo observations greatly, it can be seen that holding time variations greatly affect the holding time, the more tenuons the steel structure.*

**Keywords:** *Holding Time, Macro Structure, Pack Carburizing, Toughness.*

## I. PENDAHULUAN

Baja merupakan elemen penting dalam dunia konstruksi. berbagai jenis dan bentuk yang dapat digunakan sehingga sekarang sudah tidak terpaku lagi hanya pada elemen kayu ataupun beton sebagai salah satu faktor utama elemen baja menjadi pilihan utama dalam konstruksi, tentunya pada bentuk dan jenis tertentu dan pada tingkat kekuatan suatu struktur konstruksi tertentu. Keunggulan baja adalah mudah dibentuk dan memiliki sifat-sifat seperti kekuatan tarik, ketangguhan, keuletan, kekerasan, elastisitas dan plastisitas. Selain itu baja mudah didapatkan dipasaran dalam bentuk plat, lembar, pipa, batang, dan profil serta harganya relatif murah. Baja mempunyai karakterisasi dari yang paling lunak sampai yang paling keras, dari bahan baja berbagai bentuk struktur logam dapat dibuat, dengan demikian maka dibutuhkan selain bagian permukaan komponen yang sangat keras agar tahan terhadap gesekan. Hal ini yang menyebabkan baja disebut material yang kaya dengan sifat-sifat, dimana unsur paduan utamanya adalah karbon. Baja karbon rendah (*low carbon steel*) adalah material yang banyak digunakan untuk konstruksi umum. Karena baja karbon rendah mempunyai keuletan yang tinggi, tetapi kekerasannya rendah dan tidak tahan aus. Baja karbon rendah merupakan logam yang mudah terserang oleh korosi, seperti halnya baja *mild steel*.

Baja karbon rendah (*mild steel*) sangat banyak penggunaannya salah satunya sebagai bahan pembuatan lembaran plat atau yang dinamakan plat baja. Selain karena kekerasannya relatif rendah, lunak dan keuletannya tinggi, baja ini juga mudah untuk dilakukan pengujian. Plat baja ASTM A36 adalah baja karbon rendah yang memiliki kekuatan yang baik dan juga ditambah dengan sifat baja yang bisa dirubah bentuk menggunakan mesin. Plat baja ASTM A36 dapat digunakan untuk berbagai aplikasi, tergantung pada ketebalan plat dan juga tingkat ketahanan korosinya. Beberapa produk yang menggunakan plat baja jenis ini seperti konstruksi bangunan, tanki, maupun pipa. Plat baja ASTM A36 juga dipilih untuk menjadi spesimen pengujian sifat mekanik dan struktur makro.

Proses *carburizing* (*case hardening*) sendiri didefinisikan sebagai suatu proses penambahan kandungan unsur karbon (C) pada permukaan baja. Dimana lapisan permukaan baja, kadar karbon rendah dapat diperkaya kadar karbonnya dengan pendinginan lambat dalam tungku pemanas pada temperatur antara 800°C-950°C dalam media *carburizing*. Ini akan menghasilkan lapisan permukaan yang keras dan tahan aus dengan inti

yang liat. Media *carburizing* dapat berupa *fase* padat, *fase* cair atau *fase* gas. Baja hasil proses *carburizing* digunakan dibagian permukaan yang keras atau tahan aus atau permukaan yang keras dengan inti yang liat dan tidak mudah mengalami kelelahan. Pada proses *carburizing* terjadi pemasukan karbon kedalam permukaan baja. Tujuan dari proses ini adalah meningkatkan kekerasan dari material, namun material tersebut memiliki ketengguhan yang baik.

## II. Fasilitas Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan mei tahun 2022. Penelitian ini dilaksanakan dilaboratorium Politeknik Negeri Ujung Pandang (PNUP).

Bahan yang digunakan adalah baja karbon rendah dengan uji ketangguhan dan struktur makro, arang cemara yang sebelum digunakan terlebih dahulu dihaluskan pada tingkat kehalusan *mesh* 30, Natrium Karbonat ( $\text{NaCO}_3$ ). Alat yang digunakan berupa dapur pemanas (*furnace*), kotak baja karburasi terbuat dari palat baja 5 mm dengan daya tahan terhadap temperatur  $1500^\circ\text{C}$ , alat uji ketangguhan, kertas amplas dengan kekasaran 120 *girt*, timbangan digital dengan tingkat ketelitian 1/100 gr, kikir untuk meratakan permukaan material, gergaji besi untuk memotong material dan alat uji makro.

### 2.1 PENULISAN RUMUS

Apabila luar permukaan patahan spesimen adalah  $A \text{ cm}^2$ , maka kekuatan *Impact* (*impact strength*) atau disebut juga angka *charpy* dapat dicari dengan rumus:

$$\frac{Ak}{E/A} \dots \dots \dots (1)$$

Diman ak = kekuatan *impact* ( $\text{kgm.cm}^{-2}$ ).

A = luas permukaan patahan spesimen ( $\text{cm}^2$ )

$$K = \frac{W}{A} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana: W = usaha (*joule*)

A = luas penampang ( $\text{mm}^2$ )

K = nilai *impact* ( $\text{J/mm}^2$ )

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

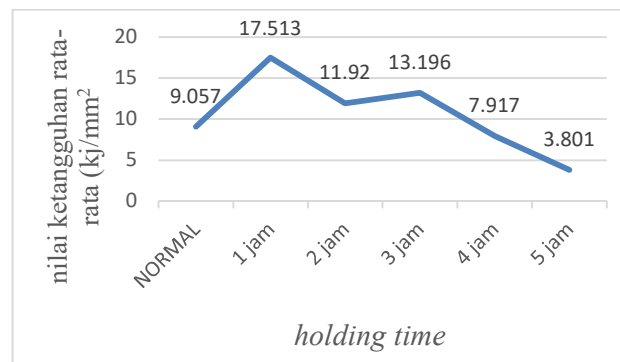
Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diuraikan sebagai berikut :

Tabel 1 : Data hasil persentase arang cemara

terhadap ketangguhan baja karbon rendah pada *mesh* 30 dan temperatur pemanasan  $850^\circ\text{C}$

N o	Holding Time (jam)	Spesimen	Ketangguhan ( $\text{kJ/mm}^2$ )	Ketangguhan Rata-rata
1.	Normal	1	9.690	9.057
2.	1 jam	1	17.279	17.513
		2	18.222	
		3	17.038	
3.	2 jam	1	10.234	11.920
		2	15.292	
		3	10.234	
4.	3 jam	1	14.257	13.196
		2	12.130	
		3	13.201	
5.	4 jam	1	8.335	7.917
		2	10.777	
		3	4.639	
6.	5 jam	1	3.632	3.801
		2	4.385	
		3	3.385	

Berdasarkan tabel diatas dapat digambarkan dalam bentuk grafik pada gambar berikut:



Gambar 1: Grafik persentase arang cemara terhadap ketangguhan baja karbon rendah pada *mesh* 30 dan temperatur  $850^\circ\text{C}$ .

Gambar 1 diatas diperoleh bahwa terjadi penurunan ketangguhan dimana volume persentase dan ukuran butir arang mempengaruhi ketangguhan baja karbon rendah. Semakin lama *holding time* maka nilai ketangguhannya semakin menurun, dimana nilai ketangguhan tertinggi pada *holding time* 1 jam dengan angka ketangguhannya  $17.513 \text{ kJ/mm}^2$  dan nilai ketangguhan terendah pada *holding time* 5 jam pada ukuran butir *mesh* 30, temperatur pemanasan  $850^\circ\text{C}$ , dengan persentase volume arang cemara  $80\%\text{ACR}+20\%\text{NaCO}_3$ .

#### IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan, tentang Efektifitas Pengaruh *Holding Time* Terhadap Ketangguhan Dan Struktur Makro Baja Karbon Rendah Akibat *Pack Carburizing* Arang Cemara, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Variasi *Holding time* berpengaruh terhadap ketangguhan baja karbon rendah *carburizing* dimana nilai ketangguhan tertinggi pada *holding time* 1 jam dengan nilai ketangguhan rata-rata: 17.513 kJ/mm<sup>2</sup> dan nilai ketangguhan terendah pada *holding time* 5 jam dengan nilai ketangguhan rata-rata: 3.801 kJ/mm<sup>2</sup>.
2. Variasi *holding time* atau lama penahanan pada proses *carburizing* sangat mempengaruhi sifat fisik dan sifat mekanik dari material baja karbon rendah, dimana semakin lama *holding time* maka struktur baja semakin renggang, nilai tertinggi ketangguhan pada *holding time* 1 jam dengan nilai ketangguhan rata-rata: 17.513 kJ/mm<sup>2</sup> dan nilai terendah ketangguhan pada *holding time* 5 jam dengan nilai ketangguhan rata-rata: 3.801 kJ/mm<sup>2</sup>.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- Amstead, B. H., F. Ostwald Philip, and L. Begmen Myron, L. (1992). *Teknologi Mekanik*.
- Andrijono, D., & Widyastuti, I. (2015). *Fasa martensit, ferit proeutectoid, perlit halus pada medium carbon steel 0,45%C hasil proses hardening dan normalizing, transmisi*.
- Arifin, j., Purwanto, H., & Syafa'at, I. (2017). *Pengaruh jenis elektroda terhadap sifat mekanik hasil pengelasan smaw baja ASTM A36. Majalah ilmiah MOMENTUM*.
- Aronhime, M. T., & Gillham, J. K. (1986). *Time-temperature-transformation (TTT) cure diagram of thermosetting polymeric systems*.
- Bahtiar, B., Iqbal, M., & Arisandi, D. (2017). *Analisis kekerasan dan struktur mikro pada baja komersil yang mendapatkan proses pack carburizing dengan arang cangkang kelapa sawit*.
- Gunawan, Y., Endrianto, N., & Anggara, B. H. (2017). *Analisa pengaruh pengelasan listrik terhadap sifat mekanik baja karbon rendah dan baja karbon tinggi. Jurnal ilmiah mahasiswa Teknik mesin. Universitas Halu Oleo*.
- Hakim, A. R., & Bayuseno, A. P. (2012) *Analisi korosi Atmosfer pada material baja karbon sedang dikota semarang (Doktoral dissertation, mechanical Engineering Departement, Faculty Engineering of Diponogaro University)*.
- Hamzah, M. S., & Iqbal, M. (2008). *Meningkatkan ketahanan aus baja karbon rendah dengan metode carburizing. SMARTek, 6(3)*.
- Hamid, A (2016). *Analisis material baja karbon rendah terhadap kekuatan hasil sambungan*.
- Handoyo, Y. (2013). *Perancangan alat uji impact metode charpy kapasitas 100 joule. Jurnal ilmiah Teknik mesin*.
- Ichan, R. N., SE, M., Lukman Nasution, S. E. I., & Sarman Sinaga, S. E. (2020). *Bahan ajar manajemen sumber daya manusia (MSDM). CV. Sentosa Deli. Mandiri*.
- Lakowicz, J. R. (1983). *Quenching of fluorescence. Principles of fluorescence spectroscopy*.
- Putra, I. M. (Ed.). (2021) *pengaruh proses pack carburizing arang tulang kerbau terhadap sifat mekanik baja karbon (vol.1)*.
- Ridhuan, k., & Juniawan, I. G. A. (2014). *Pengaruh media pendingin air pada kondensor terhadap kemampuan kerja mesin pendingin. Turbo: jurnal program studi Teknik mesin*.
- Soebiyakto, G., & Effendy, D. U. (2020). *Studi simulasi karakteristik nyala api pembakaran difusi pada porositas aliran bahan bakar minyak nabati murni*.
- Soedarjo, S. D. R., Andryansyah, A. D., & Ari Triyanti, A. T. (2003). *analisis metalografi komponen attemperator ketel uap pltu batu bara Soedarjo, andryansyah, ari Triyadi*.
- Suherman, S., Kuncoro, H. D., Abdullah, I., & Mizhar, S. (2020). *Analisa Hasil Pengelasan Baja*