

**ANALISA KEKERASAN PERMUKAAN BAJA KARBON RENDAH ST40
DENGAN PROSES *CARBURIZING* MENGGUNAKAN ARANG KAYU
DENGAN ANALISIS PARTIKEL KARBON RATA-RATA 130,278 μm^2 DAN
515,735 μm^2**



**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata I
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Okeh :

KHOIRUL NUR ROHMAN
D200140241

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2020**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISA KEKERASAN PERMUKAAN BAJA KARBON RENDAH ST40
DENGAN PROSES *CARBURIZING* MENGGUNAKAN ARANG KAYU
DENGAN ANALISIS PARTIKEL KARBON RATA-RATA 130,278 μm^2 DAN
515,735 μm^2**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh :

KHOIRUL NUR ROHMAN
D200140241

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh

Dosen Pembimbing



(Dr. Ir. Ngafwan, M.T.)

HALAMAN PENGESAHAN

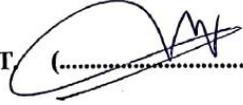
**ANALISA KEKERASAN PERMUKAAN BAJA KARBON RENDAH ST40
DENGAN PROSES CARBURIZING MENGGUNAKAN ARANG KAYU
DENGAN ANALISIS PARTIKEL KARBON RATA-RATA 130,278 μm^2 DAN
515,735 μm^2**

Oleh :

KHOIRUL NUR ROHMAN
D200140241

Telah diterima dan disahkan oleh Dewan Penguji Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Selasa tanggal, 13 Agustus 2020

Dewan penguji :

1. Dr. Ir. Ngafwan, M.T. (.....)
(Ketua Dewan Penguji)
2. Ir. Sunardi Wiyono, M.T. (.....)
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Agung Setyo Darmawan, S.T., M.T. (.....)
(Anggota II Dewan Penguji)

Dekan,




Ir. Sri Sunarjono, M.T., PhD.

NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak pernah terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan mempertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 29 Agustus 2020

Penulis



Khoirul Nur Rohman

**ANALISA KEKERASAN PERMUKAAN BAJA KARBON RENDAH ST40
DENGAN PROSES *CARBURIZING* MENGGUNAKAN ARANG KAYU DENGAN
ANALISIS PARTIKEL KARBON RATA-RATA 130,278 μm^2 DAN 515,735 μm^2**

Abstrak

Pack carburizing merupakan metode pengerasan baja dengan cara menambahkan unsur karbon pada baja. Tujuan penelitian ini dilakukan untuk menganalisis struktur mikro dan kekerasan permukaan baja ST 40 setelah di *carburizing* dengan temperatur 780°C selama 4 jam. Arang kayu yang digunakan adalah arang kayu campuran dengan ukuran luas rata-rata partikel 130,278 μm^2 dan 515,735 μm^2 . Terjadi penurunan jumlah partikel karbon setelah dilakukan proses *carburizing*. Karbon dengan luas rata-rata area partikel 130,278 μm^2 hilang sebanyak 27,66%, sedangkan karbon dengan luas rata-rata partikel 515,735 μm^2 hilang sebanyak 2,67%. Pengujian struktur mikro bertujuan untuk mengetahui fase yang dimiliki baja setelah mengalami proses *carburizing*. Pengujian kekerasan bertujuan untuk mengetahui perubahan tingkat kekerasan material yang digunakan.

Kata kunci: *carburizing*, struktur mikro, kekerasan, area partikel karbon 130,278 μm^2 .

Abstract

Carburizing pack is a method of hardening steel by adding a carbon element to the steel. The purpose of this study was to analyze the microstructure and surface hardness of ST 40 steel after carburizing with a temperature of 780°C for 4 hours. The wood charcoal used is mixed wood charcoal with an average particle size of 130,278 μm^2 and 515,735 μm^2 . There was a decrease in the number of carbon particles after the carburizing process. Carbon with an average particle area of 130.278 μm^2 was lost by 27.66%, while carbon with an average particle area of 515.735 μm^2 was lost by 2.67%. Microstructure testing aims to determine the phase that the steel has after experiencing the carburizing process. Hardness testing aims to determine changes in the level of hardness of the material used.

Keywords: *carburizing*, microstructure, hardness , particle area carbon 130,278 μm^2

1. PENDAHULUAN

Seiring perkembangan teknologi industri yang pesat saat ini, baja adalah material yang banyak digunakan di berbagai bidang teknik. Seperti industri konstruksi, alat transportasi dan mesin perkakas. Pemakaian baja tersebut pada umumnya dilihat berdasarkan sifat-sifat mekanik, diantaranya adalah sifat kekerasan. Agar kebutuhan sifat kekerasan ini terpenuhi, digunakanlah metode *carburizing*. *Carburizing* merupakan salah satu metode yang ditawarkan karena dapat memberikan sifat tambahan secara fisis maupun mekanis (Tokaji & Akita, 2007).

Carburizing adalah sebuah proses penambahan unsur karbon pada permukaan logam dengan cara difusi untuk meningkatkan sifat fisis dan mekanisnya. Tujuan *Carburizing* adalah untuk memperkaya lapisan permukaan baja atau paduan lainnya dengan karbon (Frank Czerwinski, 2012).

a. Difusi

Difusi adalah fenomena transportasi material dengan gerakan atom. Mekanisme pendifusian atom dapat diklasifikasikan berdasarkan cara perpindahan atom-atom terhadap posisi dari pendifusian atom tersebut. Menurut (William D. Callister, 2014) pengklasifikasian difusi atom dibagi menjadi dua mekanisme difusi yakni Difusi kekosongan dan difusi interstitial. Difusi kekosongan (Vacancy) adalah mekanisme perpindahan atom karena ada kekosongan tempat dan difusi interstitial adalah mekanisme perpindahan atom karena gerakan atom yang terjadi didalam rongga atom

b. Baja

Baja di kelompokkan menjadi: (1) baja karbon rendah memiliki konsentrasi karbon 0,10-0,25%, (2) baja karbon sedang memiliki konsentrasi karbon 0,25-0,5%, (3) baja karbon tinggi memiliki konsentrasi karbon diatas 0,5% (J.H.E.F.O.X, 1979)

2. METODE

Media yang digunakan sebagai media karbon berasal dari arang kayu trembesi yang di haluskan menggunakan cara diparut hingga menjadi serbuk. Selanjutnya dilakukan proses pengayakan menggunakan mesh 100 dan mesh 500, setelah pengayakan dilakukan perendaman dengan bantuan alcohol sehingga menghasilkan rata-rata area partikel $515,735 \mu\text{m}^2$, dan $130,278 \mu\text{m}^2$. Sedangkan baja yang digunakan ST 40.

Perubahan struktur mikro setelah di carburizing diamati menggunakan Mikroskop *Optic Olympus* tipe X1005 TTEPL, standar pengujian yang digunakan adalah ASTM E-3. Perbesaran yang digunakan pada uji struktur mikro yaitu 200x, 500x dan 1000x. Selanjutnya, untuk melihat perubahan kekerasan pada baja ST 40 setelah di carburizing digunakan *Vickers Hardness*, standar pengujian adalah ASTM E-92. Partikel karbon juga dianalisis sebelum dan sesudah digunakan carburizing dengan menggunakan aplikasi ImageJ. Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: parutan, kompor listrik, ayakan, gotri, *shaker mill*, pot, *thermo control*, alat suntikan, alcohol, toples, selang air, timbangan digital, oven, mesin poles, alat uji struktur mikro, alat uji mikro *vickers*.

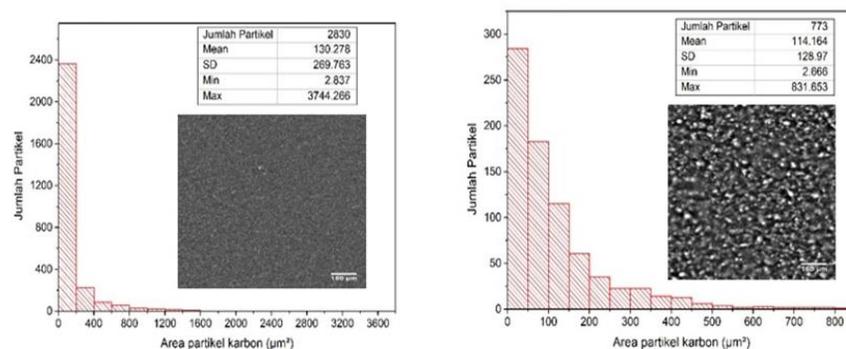
Langkah proses *carburizing* yaitu: 1) mempersiapkan spesimen yang telah dipotong dan dihaluskan, 2) mempersiapkan media karbon, dengan cara diparut lalu diayak, 3) menyiapkan wadah *carburizing*, 4) spesimen diletakkan didalam pot dan ditambahkan karbon sebesar 2 gram. Setiap muka diberikan karbon sebanyak 1 gram lalu wadah ditutup 5) mempersiapkan oven, 6) memasukan pot *carburizing* kedalam oven, kemudian mengatur temperature secara bertahap hingga mencapai $780 \text{ }^\circ\text{C}$, dengan penahanan waktu 4 jam, 7) setelah melalui pemanasan selama 4 jam, lakukan pendinginan secara alami, 8) pembongkaran spesimen dari wadah.

Setelah melakukan pengujian, dilakukan proses pengetsaan. Pengetsaan ini dilakukan untuk memenuhi tujuan untuk merusak permukaan spesimen sehingga pada saat diuji struktur mikro dapat terlihat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

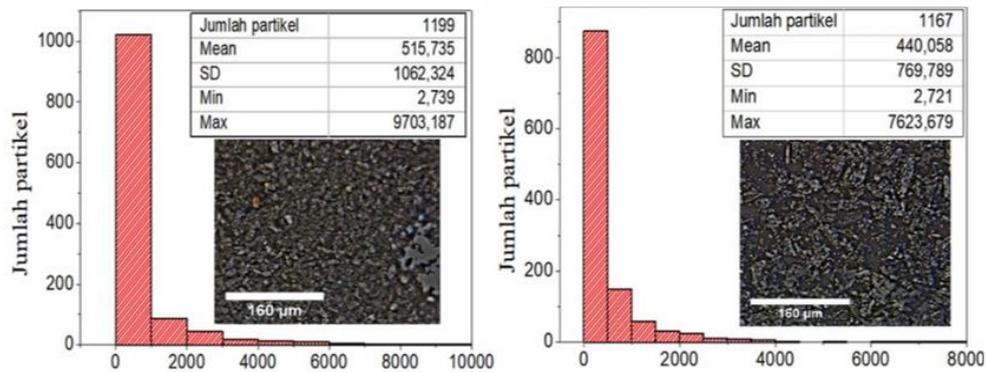
3.1 Analisa Partikel Karbon

Karbon yang digunakan adalah arang kayu pasar yang telah melalui proses pengayakan mesh 500 dan mesh 100. Setelah melalui proses perhitungan, didapatkan rata-rata partikel karbon $130,278 \mu\text{m}^2$ dan $515,735 \mu\text{m}^2$.



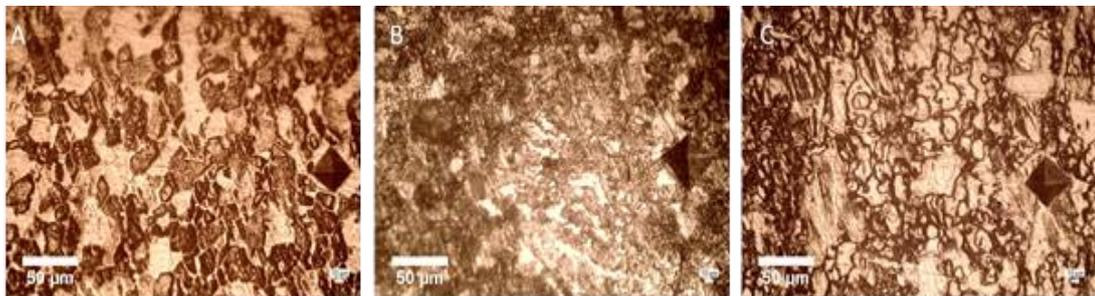
Gambar 1. Analisis rata-rata partikel menggunakan imageJ: a) sebelum di carburizing $130,278 \mu\text{m}^2$, b) sesudah di carburizing $114,164 \mu\text{m}^2$.

Dari gambar 1, sebelum carburizing jumlah partikel sebanyak 2830 dan sesudah carburizing jumlah partikel sebanyak 773. Presentase karbon yang terlepas setelah digunakan carburizing sebanyak 27,66%.



Gambar 2. Analisis rata-rata partikel menggunakan imageJ: a) sebelum Di carburizing $515,735 \mu\text{m}^2$, b) sesudah di carburizing $440,058 \mu\text{m}^2$.

Dari gambar 2, sebelum *carburizing* jumlah partikel sebanyak 1199 dan sesudah *carburizing* jumlah partikel sebanyak 1167. Presentase karbon yang terlepas setelah digunakan *carburizing* sebanyak 2,67%.



3.2 Pengujian Struktur Mikro.

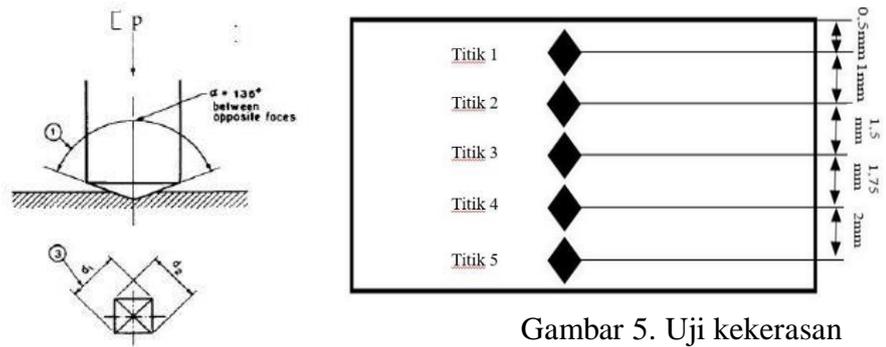
Gambar 4. Struktur mikro baja ST40; A) RAW material. B) struktur mikro rata-rata partikel $130,278 \mu\text{m}^2$. C) struktur mikro rata-rata partikel $515,735 \mu\text{m}^2$.

Dari pengujian yang dilaksanakan didapatkan gambar struktur mikro pada partikel karbon raw material, rata-rata partikel karbon 515,735 μm^2 , dan rata-rata partikel karbon 130,278 μm^2 , menggunakan arang kayu pasar hasil *shakermill*.

Tabel 1. Data hasil pengujian

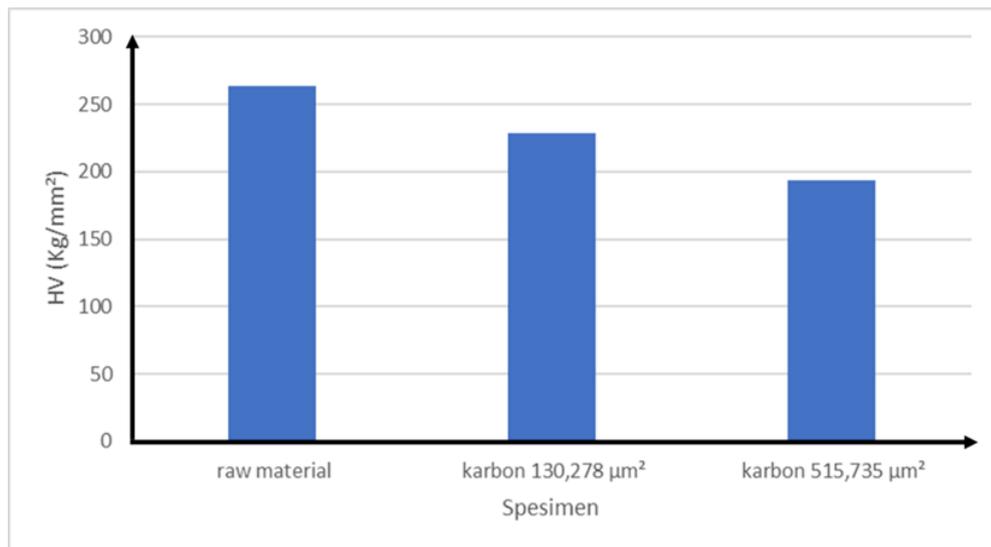
area partikel karbon (μm^2)	Area $\alpha+\beta$ A= μm^2	Uji Titik ke	α/Fe (A= μm^2)	$\beta/\text{Fe}_3\text{C}$ (A= μm^2)	% β	Area Penetrasi (A= μm^2)	HV=F/A (Kg/mm ²) F= 30gf
RM	3072	1	2933,87	138,13	4,50%	1365,41	233,04
		2	2931,71	140,29	4,57%	1408,25	247,94
		3	2755,05	316,95	10,32%	1338,78	287,14
		4	2811,39	260,61	8,48%	1325,10	284,61
		5	3007,64	64,36	2,10%	1166,14	263,32
		Rata-rata		2887,93	184,07	5,99%	
515,103	3072	1	2850,42	221,58	7,21%	1824,96	178,75
		2	2467,5	604,5	19,68%	1924,90	171,45
		3	2603,07	468,93	15,26%	1394,84	256,66
		4	2634,51	437,49	14,24%	1828,18	150,11
		5	2625,44	446,56	14,54%	1550,64	211,43
		Rata-rata		2636,19	435,81	14,19%	
130,278	3072	1	2315,42	756,58	24,63%	2077,91	219,71
		2	2484,74	587,26	19,12%	2152,7	213,03
		3	2758,68	313,32	10,20%	1950,01	224,08
		4	2579,33	492,67	16,04%	2204,36	226,40
		5	2594,03	477,97	15,56%	3134,84	257,26
		Rata-rata		2546,44	525,46	17,10%	525,46

3.3 Pengujian kekerasan *Vickers*



Gambar 5. Uji kekerasan *Vickers*

Penelitian ini menggunakan *Micro Vickers Hardness* dengan 5 titik uji, dengan pembebanan 300gf, dengan jarak 0,5-2mm dan waktu penekanan 10 detik. Data pengujian kekerasan *specimen* 130,278 μm^2 , 515,735 μm^2 .



Gambar 6. Histogram perbandingan kekerasan

Pada histogram diatas didapatkan hasil kekerasan rata-rata pada spesimen RAW material sebesar 265,32 Kg/mm^2 , pada spesimen *carburizing* menggunakan partikel karbon 130,278 μm^2 mendapatkan nilai kekerasan rata-rata sebesar 228,09 Kg/mm^2 , dan spesimen

carburizing menggunakan partikel karbon 515,735 μm^2 mendapatkan nilai kekerasan rata-rata sebesar 193,68 Kg/mm^2 .

4. PENUTUP

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan: 1) pada pengujian ini dapat disimpulkan bahwa terjadi penurunan tingkat kandungan partikel setelah *dicarburizing*, 2) dari pengujian struktur mikro dapat dilihat Lebih didominasi struktur ferlit (α) dibandingkan perlit (β). Sehingga dapat disimpulkan pada saat proses carburizing karbon yang dibatasi menyebabkan pendiffusian kedalam spesimen tidak merata sehingga baja hasil carburizing memiliki hasil yang kurang maksimal, 3) karena perbedaan perlakuan pada saat pendinginan maka didapatkan hasil kekerasan yang berbeda dan menyebabkan benda uji menjadi sedikit lebih lunak di bandingkan dengan benda uji raw.

DAFTAR PUSTAKA

- Czerwinski, Frank. (2012). *Heat Treatment-Conventional and Novel Applications*.
- J.H.E.FOX, C. E. M. I. M. (1979). Introduction to Steel Selection- Carbon and Low-alloy Steels Pt
- Tokaji, K., & Akita, M. (2006). *Effect of carburizing on fatigue behaviour in a type 316 austenitic stainless steel*. WIT Transactions on Engineering Sciences. 55, (hlm. 53–62)
- William D. Callister, J. D. G. R. 2007. *Materials Science and Engineering*. 7th ed, (hlm. 110-112)