

**ANALISA KEKERASAN PERMUKAAN BAJA KARBON
SEDANG ST 60 DENGAN PROSES CARBURIZING
MENGGUNAKAN ARANG KAYU DENGAN ANALISIS
PARTIKEL KARBON RATA-RATA $113,542 \mu\text{m}^2$ DAN $554,621 \mu\text{m}^2$**



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

Oleh:

UBAIDILLAH NUR FAIS

D200150058

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

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISA KEKERASAN PERMUKAAN BAJA KARBON
SEDANG ST 60 DENGAN PROSES *CARBURIZING*
MENGGUNAKAN ARANG KAYU DENGAN ANALISIS
PARTIKEL KARBON RATA-RATA $113,542 \mu\text{m}^2$ DAN $554,621 \mu\text{m}^2$**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

**UBAIDILLAH NUR FAIS
D200150058**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembibing



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

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISA KEKERASAN PERMUKAAN BAJA KARBON SEDANG ST
60 DENGAN PROSES CARBURIZING MENGGUNAKAN ARANG
KAYU DENGAN ANALISIS PARTIKEL KARBON RATA-RATA
113,542 μm^2 DAN 554,621 μm^2**

**OLEH
UBAIDILLAH NUR FAIS
D200150058**

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
pada hari Selasa, 20 Juli 2020
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dewan penguji :

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

(Ketua Dewan Penguji)

2. Masyrukan, ST, M.T. (.....)

(Anggota I Dewan Penguji)

3. Nurmuntaha, ST, M.T. (.....)

(Anggota II Dewan Penguji)



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak 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 di atas, maka akan saya pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 20 Juli 2020

Penulis



UBAIDILLAH NUR FAIS

D200150058

ANALISA KEKERASAN PERMUKAAN BAJA KARBON SEDANG ST60 DENGAN PROSES CARBURIZING MENGGUNAKAN ARANG KAYU DENGAN LUAS PARTIKEL KARBON RATA-RATA $113,542 \mu\text{m}^2$ DAN $554,621 \mu\text{m}^2$

Abstrak

Proses carburizing merupakan metode pengerasan baja dengan cara menambahkan unsur karbon pada permukaan baja dengan temperatur austenite. Tujuan dilakukan penelitian ini untuk melihat perubahan struktur mikro dan kekerasan permukaan baja ST 60. Setelah proses carburizing dengan temperatur 825 °C selama 4 jam dengan menggunakan arang kayu yang sudah di proses. Selanjutnya dilakukan proses pengayakan karbon. Sehingga di dapatkan ukuran karbon 100 mesh kering dengan ukuran partikel $554,621 \mu\text{m}^2$ dan 500 mesh basah atas yang menghasilkan rata-rata luas area partikel karbon $113,542 \mu\text{m}^2$. Terjadi penurunan jumlah partikel karbon setelah dilakukan proses carburizing. Karbon dengan rata-rata luas area partikel $554,621 \mu\text{m}^2$ hilang sebanyak 33,58%, sedangkan karbon dengan rata-rata luas area partikel $113,542 \mu\text{m}^2$ hilang sebanyak 9,91%. Pengujian struktur mikro bertujuan untuk mengetahui fase yang dimiliki baja setelah mengalami proses carburizing. Pengujian kekerasan bertujuan untuk mengetahui kekerasan dari material setelah proses carburizing.

Kata kunci: carburizing, area partikel karbon $113,542 \mu\text{m}^2$, kelarutan unsur dalam fe, struktur mikro dan kekerasan vickers.

Abstract

The carburizing process is a method of hardening steel by adding a carbon element to the steel surface with austenite temperature. The purpose of this research is to see changes in microstructure and surface hardness of ST 60 steel. After the carburizing process with a temperature of 825 °C for 4 hours using wood charcoal that has been processed. Furthermore, the carbon sifting process is carried out so that a carbon mesh size of 100 dry mesh with a particle size of $554,621 \mu\text{m}^2$ and 500 upper wet mesh produces an average carbon particle area of $113,542 \mu\text{m}^2$, a decrease in the number of carbon particles after carburizing is done. Carbon with an average particle area of $554,621 \mu\text{m}^2$ was lost as much as 33.58%, while carbon with an average particle area of $113,542 \mu\text{m}^2$ was lost as much as 9.91%. Microstructure testing aims to determine the phase of steel after undergoing the carburizing process. Hardness testing aims to determine the hardness of the material after the carburizing process.

Keywords: carburizing, carbon particle area $113,542 \mu\text{m}^2$, solubility of elements in fe, microstructure and vickers hardness.

1. PENDAHULUAN

Karburasi adalah salah satu perlakuan panas baja yang paling umum dilakukan merupakan masalah yang kompleks Parameter yang mempengaruhi utama sebab mungkin tiga ribu tahun itu dilakukan dengan kemasan yang rendah karbon tempa

dikemas karburisasi, suhu karburasi, karbon aktif, kekerasan dalam karburisasi adalah holding waktu, suhu karburasi, potensi karbon dan waktu bagian besi dalam arang, kemudian meningkatkan suhu pak panas merah selama memuaskan dalam minyak. Efek dari karburasi suhu dan beberapa jam. Paket seluruh, arang dan semua, kemudian dibuang ke air untuk waktu penahanan pada sifat mekanik carburized baja ringan. permukaan menjadi sangat keras, sedangkan interior atau “inti” dari bagian mempertahankan ketangguhan baja karbon. (Steel, Karbon, State, & Metode, 2009)

Baja merupakan paduan yang tediri dari besi , karbon, dan unsur lainnya. Baja dapat di bentuk melalui pengecoran , pencairan, atau penampaan . Baja merupakan logam yang paling banyak di gunakan untuk bidang teknik, baik dalam bentuk plat, lembaran batang, profil, dan sebagainya. (Amstead, 1995)

Carburizing adalah proses perlakuan panas pada permukaan benda kerja dengan menggunakan karbon sebagai unsur pengerasan. Prinsip kerja perlakuan panas jenis ini adalah meletakkan karbon disekitar benda kerja pada saat dipanaskan, sehingga karbon akan berdifusi dengan permukaan benda kerja. Hasil yang diperoleh adalah benda kerja dengan permukaan yang keras akan tetapi bagian inti tetap ulet. (Darmawan, Mustaqim, & Sidiq, 2017)

2. METODE

Media yang digunakan sebagai sarana transfer karbon berasal dari arang kayu trembesi yang diparut hingga menjadi serbuk. Selanjutnya arang diayak berturut-turut mulai dari ayakan mesh 100 dan mesh 500. Pada proses mesh 500, pengayakan dibantu menggunakan fluida berupa alkohol sehingga menghasilkan rata-rata luas area partikel $515,735 \mu\text{m}^2$ dan $115,103 \mu\text{m}^2$. Sedangkan tipe baja yang di carburizing adalah baja ST 60 dengan diameter 30 mm dan panjang 6000 mm. bahan baja tersebut dibubut sehingga diameternya menjadi 28 mm dan tebalnya menjadi 6,9 mm.

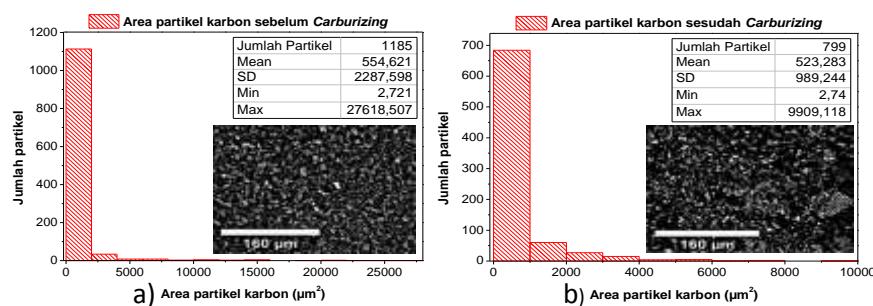
Perubahan struktur mikro setelah di carburizing diamati menggunakan Mikroskop *Optic Olympus* tipe X1005 TTEPL, standar pengujian yang digunakan adalah ASTM E-3. Perbesaran yang digunakan pada uji struktur mikro yaitu 200x dan 1000x. Selanjutnya, untuk melihat perubahan kekerasan pada baja ST 60

setelah di carburizing digunakan *Micro Vickers Hardness*, standar pengujian yang digunakan 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, pot, ayakan, gotri, *shaker mill*, kompor listrik, *thermo control*, alat suntikan, alkohol, botol filter, selang air, timbangan digital, oven, mesin poles, alat uji struktur mikro, alat uji mikro *vickers*.

Langkah-langkah pengerajan carburizing yaitu: 1) mempersiapkan spesimen yang telah dipotong sesuai ukuran, 2) mempersiapkan media karbon, arang yang berukuran besar dihaluskan menggunakan parutan dan diayak, 3) menyiapkan wadah *carburizing*, 4) spesimen diletakkan didalam pot *carburizing* yang telah diisi serbuk arang dengan komposisi arang sebanyak 2 gram. setelah spesimen ditaburkan secara merata, pot *carburizing* ditutup, 5) mempersiapkan oven pemanas logam, 6) memasukkan pot *carburizing* kedalam oven, kemudian mengatur suhu mencapai 780 °C dan mulai pemanasan dengan waktu tahan 4 jam, 7) setelah dilakukan pemanasan selama 4 jam, oven akan mati dengan sendirinya. biarkan spesimen didalam oven agar terjadi pendinginan secara perlahan, 8) pembongkaran spesimen dari wadah *carburizing*. Lalu dilakukan pengambilan foto struktur mikro.

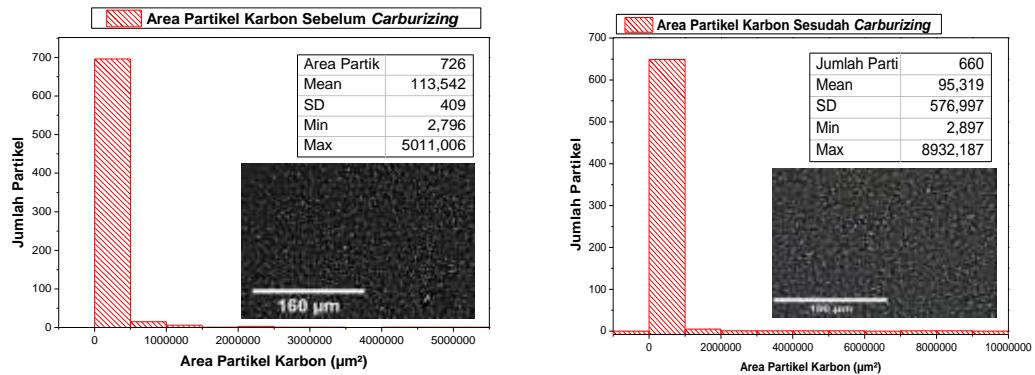
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pembahasan luas area rata-rata partikel karbon pembanding 554,621 μm^2



Gambar 1. Hasil analisis area partikel karbon pembanding dengan aplikasi imagej;
a) rata-rata area partikel karbon sebelum Carburizing $554,621 \mu\text{m}^2$, b) rata-rata area partikel sesudah Carburizing $523,283 \mu\text{m}^2$.

Pada karbon pembanding, di tunjukkan pada gambar (1a). Sebelum dilakukan proses carburizing analis partikel karbon sebanyak 1185 menghasilkan rata-rata luas area partikel $554,621 \mu\text{m}^2$ atau diameter karbon mencapai $26,58 \mu\text{m}$. Setelah melewati proses carburizing (1b), harga rata-rata luas area partikel turun menjadi $523,283 \mu\text{m}^2$ atau diameter partikel mencapai $25,81 \mu\text{m}$ jumlah karbon yang terlepas setelah di gunakan carburizing sebanyak 33,58%.

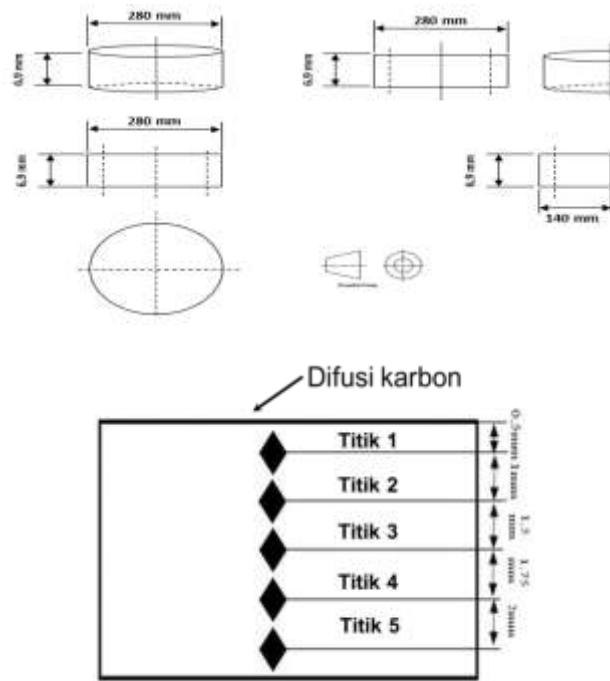


Gambar 2. Hasil analisis area partikel karbon pembanding dengan aplikasi imagej;
a) rata-rata area partikel karbon sebelum Carburizing $113,542 \mu\text{m}^2$, b)
rata-rata area partikel sesudah Carburizing $95,319 \mu\text{m}^2$.

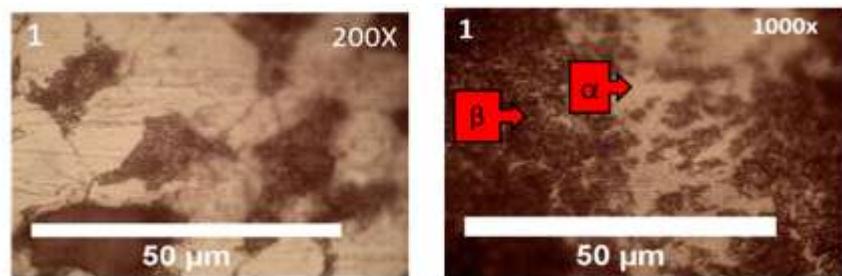
Hasil analisis karbon 500 mesh basah atas sebelum di carburizing (2.a) menunjukkan jumlah partikel 726 memiliki rata-rata luas area partikel $113,542 \mu\text{m}^2$ atau diameter partikel karbon mendekati $12,02 \mu\text{m}$. Setelah proses carburizing , ukuran partikel karbon mengalami penurunan. Hasil analisis partikel karbon sebanyak 660 partikel menghasilkan area rata-rata area partikel $95,319 \mu\text{m}^2$ atau diameter partikel karbon mendekati $11,01 \mu\text{m}$ (2.b). karbon yang terlepas selama proses carburizing berlangsung sebanyak 9,91%.

3.2 Pengujian Struktur Mikro dan Kekerasan Baja ST 40.

Jumlah titik yang diuji pada baja ST 40 yaitu 5 titik sampel dengan ketentuan jarak titik satu dari tepi 0,5 mm, titik dua 1mm, titik tiga 1,5 mm, titik empat 1,75 mm, dan titik lima 2 mm. Ilustrasi 5 titik sampel dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Ilustrasi Titik Pengujian baja ST 40.

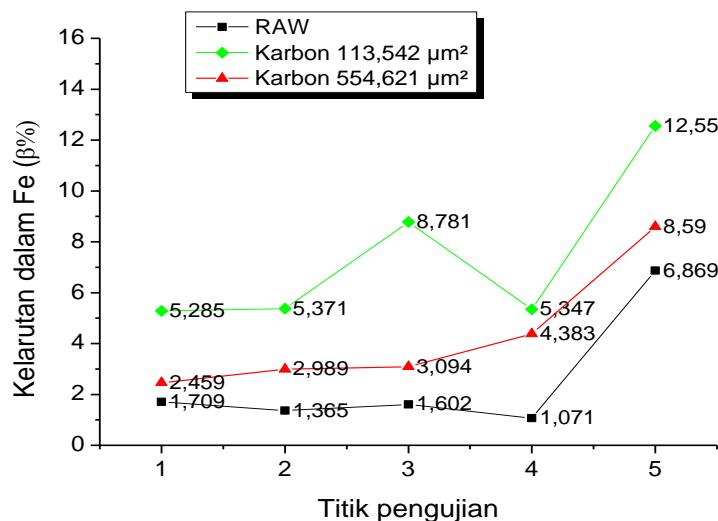


Gambar 4. Struktur Mikro Baja ST 40

Spesimen yang diuji strukturnya terbagi menjadi tiga jenis yaitu Raw material, spesimen di *carburizing* dengan rata-rata area karbon $115,103 \mu\text{m}^2$ dan spesimen pembanding yang di *carburizing* dengan rata-rata area partikel karbon $515,735 \mu\text{m}^2$. Setelah melewati mikroskop metalografi, gambar diolah lagi menggunakan aplikasi imagej. Pada gambar 4, warna hitam menunjukkan kelarutan unsur dalam Fe ($\beta/\text{Fe}_3\text{C}$) bersifat keras dan warna merah menunjukkan ferit (α/Fe) bersifat lunak. Hasil analisis struktur mikro dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian struktur mikro dan kekerasan

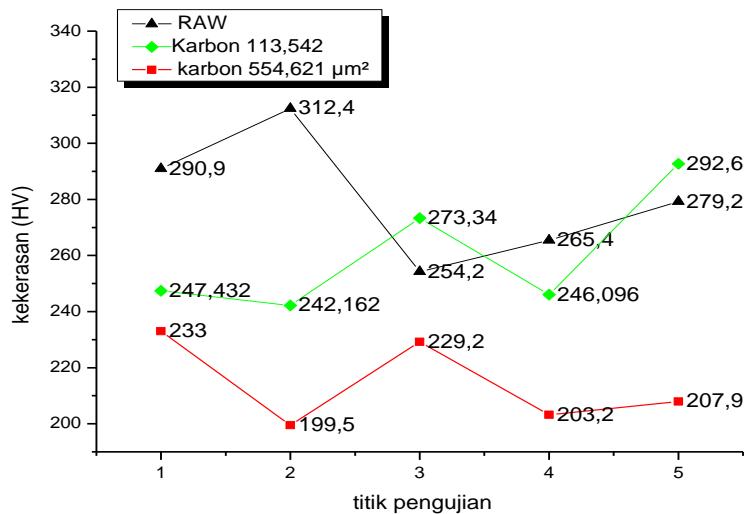
Benda Uji	Area ($\alpha+\beta$) A- μm^2	Uji titik ke	α/Fe (A- μm^2)	$\beta/\text{Fe3C}$ (A- μm^2)	$\% \beta$	Area penetrasi (A+ μm^2)	HV=F/A (kg/mm ²) F = 30gf
Raw Material	3072	1	3019,50	52,51	1.709	1.031,30	290,9
	3072	2	3030,10	41,93	1.365	960,50	312,4
	3072	3	3022,80	49,21	1.602	1.180,30	254,2
	3072	4	3039,10	32,91	1.071	1.130,40	265,4
	3072	5	2861,00	211,02	6.869	1.074,60	279,2
	rata-rata		2994,5	77,52	2.523	1.075,42	280,42
Carburizing Partikel Karbon 554,621 μm^2	3072	1	2996,50	75,55	2.459	1.287,60	233
	3072	2	2980,20	91,82	2.989	1.503,60	199,5
	3072	3	2976,90	95,06	3.094	1.308,90	229,2
	3072	4	2937,40	134,64	4.383	1.476,50	203,2
	3072	5	2808,10	263,9	8.59	1.442,80	207,9
	rata-rata		2939,82	132,19	3.231	1.403,88	214,56
Carburising Partikel Karbon 113,542 μm^2	3072	1	2909,63	162,37	5.285	1.401,71	247,43
	3072	2	2907,00	165,00	5.371	1.238,84	242,16
	3072	3	2802,00	269,76	8.781	1.373,48	273,34
	3072	4	2908,00	164,27	5.347	935,847	246,10
	3072	5	2686,00	385,80	12.559	1.300,01	292,60
	rata-rata		2842,526	229,440	7.469	1.249,98	260



Gambar 5. Kelarutan Unsur dalam Fe Titik satu Sampai Lima Pengujian Struktur Mikro

Analisis struktur mikro raw material, baja di carburizing dengan luasan partikel karbon $554,621 \mu\text{m}^2$ dan baja di carburizing dengan luas rata-rata area partikel $113,542 \mu\text{m}^2$ dilakukan dengan menggunakan aplikasi imageJ. Pada raw material, rata-rata kelarutan unsur dari titik 1 - 5 menghasilkan 2,52%. Pada baja

di carburizing dengan luasan area partikel karbon $554,621 \mu\text{m}^2$ menghasilkan kelarutan unsur 3,23%, sedangkan kelarutan unsur pada baja di carburizing dengan luas area partikel karbon $114,542 \mu\text{m}^2$ sebesar 7,46%.



Gambar 6. Pengujian Kekerasan Titik 1-5

Area pijakan indentor Vickers microhardness raw material , baja di carburizing dengan luasan partikel karbon $554,621 \mu\text{m}^2$ dan baja di carburizing dengan luasan partikel karbon $113,542 \mu\text{m}^2$ dianalisa menggunakan aplikasi imagej . kekerasan rata-rata raw material dari titik 1-5 menghasilkan $280,42 \text{ kg/mm}^2$. Harga rata-rata kekerasan titik 1-5 baja di karburizing dengan rata-rata luas area partikel karbon $554,621 \mu\text{m}^2$ sebesar $214,56 \text{ kg/mm}^2$. pada baja carburizing luas area partikel karbon $113,542 \mu\text{m}^2$, harga kekerasan rata-rata yang di hasilkan 245 kg/mm^2 ?

4. PENUTUP

Dari hasil penelitian yang dilakukan pada ketiga jenis material, dapat ditarik kesimpulan: 1) setelah proses *carburizing* dilakukan, terjadi pengurangan luas partikel, jumlah partikel serta berat karbon yang digunakan. 2) struktur mikro yang ditemukan saat baja ST 60 di carburizing pada temperatur 835°C ditemukan perlit dan ferit. 3) ukuran partikel $113,542 \mu\text{m}^2$ mampu meningkatkan kekerasan permukaan baja jika dibandingkan ukuran partikel $554,621 \mu\text{m}^2$.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM-E92. (1997). Standard Test Method for Vickers Hardness of Metallic Materials1. *ASTM International*, 82(Reapproved), 1–10. <https://doi.org/10.1520/E0092-82R03E02.2>
- Darmawan, A., Mustaqim, & Sidiq, F. (2017). Pengaruh Temperatur Carburizing Pada Proses Pack Carburizing Terhadap Sifat – Sifat Mekanis Baja S 21 C. *Engineering*, 14(1), 7–14. Retrieved from <http://ejournal.upstegal.ac.id/index.php/eng/article/view/738>
- Steel, C. M., Karbon, M., State, O., & Metode, B. (2009). *Pengaruh karburisasi Waktu dan Suhu pada Sifat Mekanik Metalurgi dan Jurusan Teknik Material*, Universitas Federal Technology , 12(4), 483–487.