

Analisis Kedalaman Pengerasan dan Struktur Mikro pada Baja AISI 1052 terhadap Variasi Waktu Temperatur Karburisasi dengan Pendinginan *Coolant*

Muhammad Chaidir^{1, *}, I Komang Astana Widi².

¹ Program Studi Teknik Mesin S1 Institut Teknologi Nasional Malang

Kata kunci

Baja AISI 1052
Carburizing.
Collant
Mikro Vickers.
SEM-EDX.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi pengaruh proses karburizing pada baja AISI 1052 dengan variasi suhu karburizing pada 700°C, 800°C, dan 900°C menggunakan pendingin collant. Metode karburizing dilakukan untuk meningkatkan kekerasan permukaan baja dengan memperkaya karbon pada lapisan permukaan. Proses pendinginan dengan menggunakan Collant dipilih untuk meningkatkan kekerasan sehingga permukaan logam menjadi tahan aus. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk menemukan kedalaman pengerasan, tebal lapisan dan juga komposisi yang terkandung pada lapisan yang terbentuk dari proses peningkatan temperatur karburasi. Maka dari itu dilakukan tiga pengujian berupa pengujian Struktur Mikro untuk mengamati ketebalan dari spesimen dan struktur spesimen dari permukaan/tepi hingga menemukan kekerasan asli dari material tanpa perlakuan kemudian dilakukan pengujian Mikro Vickers dilakukan untuk mendapatkan hasil dari kedalaman pengerasan yang terbentuk dari proses peningkatan temperatur karburasi dengan satuan mm atau μm , dan terakhir pengujian SEM-EDX untuk mengetahui komposisi yang terjadi pada saat proses karburasi. Melalui pengujian SEM-EDX dapat diketahui komposisi yang tercipta setelah dilakukan carburizing. Penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih baik tentang pengaruh suhu karburizing terhadap sifat-sifat mekanis baja AISI 1052 dengan menggunakan pendinginan asam cuka. Temuan ini dapat digunakan sebagai dasar untuk pengembangan proses karburizing yang lebih efektif dalam meningkatkan performa mekanis baja dalam berbagai aplikasi teknik

* Muhammad Chaidir (email: chaidirm20@gmail.com)

Diterima: 16 September 2024

Disetujui: 17 Agustus 2025

Dipublikasikan: 11 November 2025

1 Pendahuluan

Proses karburisasi adalah metode perlakuan panas di mana karbon diperkaya pada permukaan baja untuk meningkatkan kekerasan permukaan. Selama proses karburisasi, baja dipanaskan pada suhu tertentu dan kemudian terpapar pada gas yang kaya akan karbon, seperti gas metana atau gas propana. Karbon dari gas ini kemudian diserap ke dalam permukaan baja untuk membentuk lapisan. [1]

Dalam penelitian kali ini, ialah untuk menemukan hasil dari perubahan kenaikan temperatur dari temperatur *carburizing* 700°C, 800°C dan 900°C serta menggunakan media pendinginan larutan kimia berupa collant. Dari jurnal yang telah diambil untuk dijadikan referensi masih belum banyak mengenai *surface hardening* dengan media pendingin collant yang dilakukan pada bahan yang berupa baja paduan rendah AISI 1052. [2]

Tentang penelitian *heat treatment* menggunakan media pendingin Collant. Menurut penelitian tersebut pengaruh media pendingin berupa collant ini berpengaruh pada kekerasan baja yang bertambah. Maka dari itu, penyusun kali ini menggunakan media collant sebagai pilihan media pendinginan untuk proses *carburizing* pada baja AISI 1052 ini. [3]

Untuk mengetahui bagaimana hasil dari *carburizing* dengan media pendingin collant tersebut perlu dilakukan pengujian berupa uji Struktur mikro, Mikro Vickers dan uji *SEM-EDX*. Dari ketiga pengujian diatas akan didapat gambar ataupun data untuk mengetahui apakah ada fasa yang terbentuk dan juga mengetahui berapa nilai karbon yang masuk pada material utama. dan juga mengetahui kekerasan. Yang selanjutnya dari gambar tersebut kita bisa mengetahui data dan dapat dibahas untuk menyelesaikan penelitian dalam skripsi ini. [4]

2 Metode Penelitian

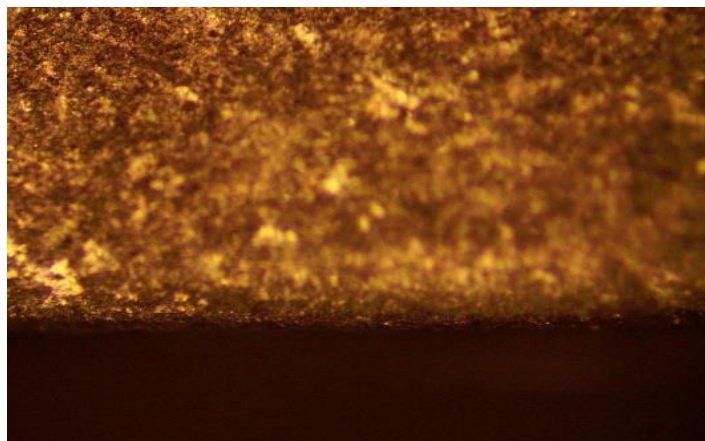
Penelitian Yang di lakukan meliputi pengujian struktur mikro yang bertujuan untuk melihat, menganalisa struktur dan juga kandungan yang ada pada baja AISI 1052 penelitian ini di lakukan di Universitas Merdeka Malang penelitian lainnya yakni uji *Vickers*, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekerasan dan kedalaman pengerasan dari material yang sudah di lakukan karburising dengan pemanasan 700°C, 800°C dan 900°C menggunakan pendinginan collant yang di kerjakan di laboratorium material Institut Teknologi Nasional Malang Dan yang terakhir yakni pengujian SEM EDX yang di lakukan di Institut Teknologi Sepuluh November, pengujian ini di lakukan untuk mengetahui kandungan atau komposisi yang ada pada material baja AISI 1052 setelah di lakukanya proses karburising.

Sebelum di lakukan proses pengujian penelitian ini di mulai dengan mencari informasi terkait penelitian dengan mempelajari dari penelitian sebelumnya, jurnal, dan skripsi yang terkait agar peneletian terdapat dasaryang menjadi patokan agar berjalan dengan baik dan tidak terjadi kesalahan pada prosesnya.

3 Hasil dan Pembahasan

A. Uji Struktur *Mickro*

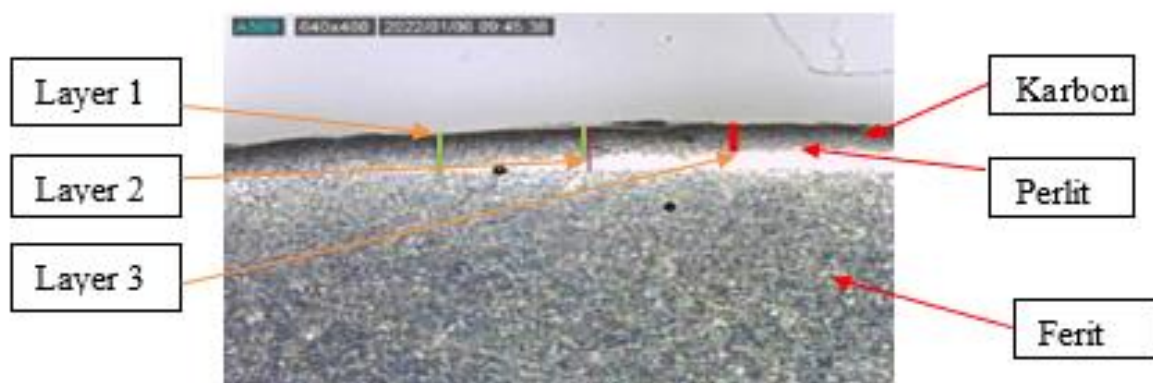
Tujuan di lakukanya pengujian struktur mikro untuk mengetahui ketebalan dari karbon juga sturktur dari karbon baja AISI 1052 pada proses karburising dengan pendinginan collant selanjutnya ini bertujuan untuk mengetahui seberapa keras baja AISI 1052 setelah di lakukan proses karburising dan pengujian yang terakhir di lakukan pengujian SEM EDX guna mengetahui struktur dari kandungan baja AISI 1052.



Gambar 1. Sampel Material Baja AISI 1052 Sebelum Perlakuan Karburizing

(Sumber : Muhammad Chaidir, 2024)

Pada gambar di bawah Baja AISI 1052 dengan temperature 700°C menggunakan pendingin collant dengan penahanan 3 jam saat di lakukan karburisasi, terjadi penambahan ketebalan struktur baja AISI 1052.



Gambar 2. Sampel Spesimen 700°C

(Sumber : Muhammad Chaidir, 2024)

Tabel 1 Tebal Lapisan Pada Spesimen 700°C

Kode Spesimen	Nama	Tebal Lapisan (μm)
AISI 1052 Temperatur 700°C pendingin Collant dengan penahanan 3 Jam	Layer 1	68.8
	Layer 2	67.2
	Layer 3	68.0
Rata Rata Tebal Lapisan		68.0

Ketebalan lapisan garis ke 1 68.8, garis ke 2 67.2 dan pada garis ke 3 68.0 dalam satuan mikron (μm). gambar uji struktur mikro pada specimen yang telah di lakukan proses karburising dengan pemanasan 700°C selama 3 jam. Proses karburising pada suhu 700°C telah mempengaruhi struktur dari specimen tersebut bisa di lihat dengan peningkatan kandungan karbon di permukaanya yang hasilnya adalah lapisan dari permukaan yang lebih keras dari specimen sebelum perlakuan dan juga tahan aus, sementara pada bagian dalam material relatif berubah dan ferit juga perlit terjadi akibat dari proses pendinginan yang memainkan peran penting dalam menentukan sifat mekanik dari material yang telah di lakukan proses karburising.



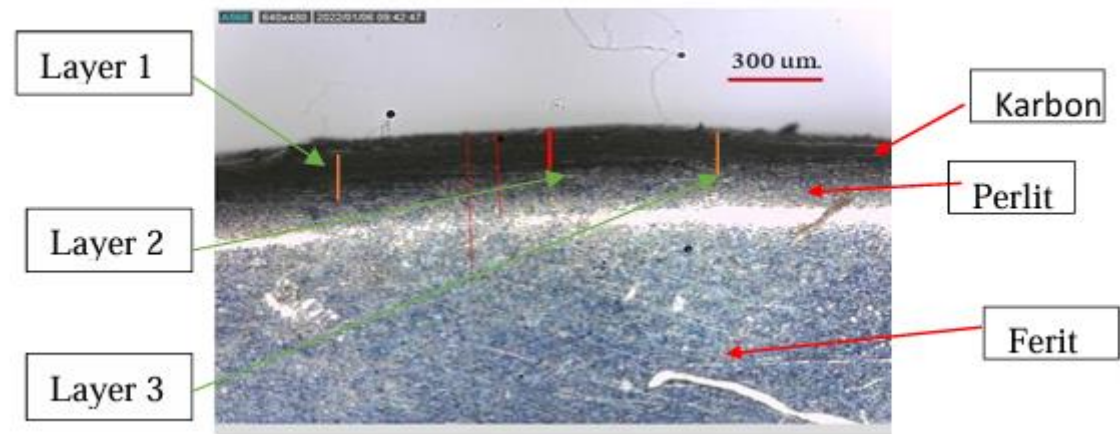
Gambar 3. Sampel Spesimen 800°C

(Sumber : Muhammad Chaidir, 2024)

Tabel 2 Tebal Lapisan Karbon Pada Spesimen 800°C

Kode Spesimen	Nama	Tebal Lapisan (μm)
AISI 1052 Temperatur 800°C pendingin Collant dengan penahanan 6 Jam	Layer 1	80.9
	Layer 2	77.6
	Layer 3	82.1
Rata-rata ketebalan		80.2

Tabel 2 yang tertera diatas menunjukan bahwa material baja AISI 1052 dengan temperatur 800°C menggunakan pembesaran 200x dengan variasi gas dan pendinginan Collant juga penahanan karburisasi 6 jam terjadi pembentukan lapisan karbon dengan ketebalan pada garis ke 1 yakni 80.9 garis ke 2 77.6 garis ke 3 82.1 dalam satuan mikron (μm). Proses karburising pada suhu 800°C telah mempengaruhi struktur dari spesimen tersebut hingga terjadinya difusi karbon ke dalam permukaan baja.



Gambar 4. Sampel Spesimen 900°C

(Sumber : Dokumen penulis)

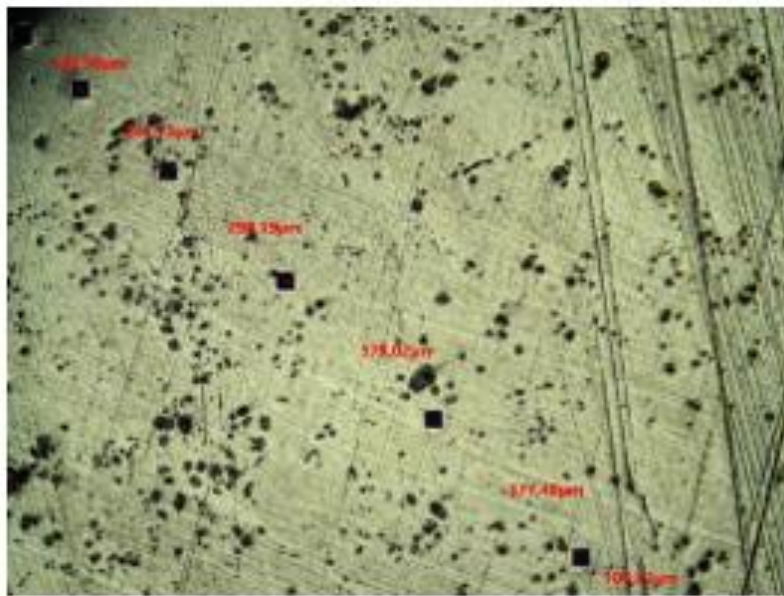
Tabel 3 Lapisan Baja AISI 4140 900°C

Kode Spesimen	Nama	Tebal Lapisan (μm)
AISI 1052 Temperatur 900°C pendingin Collant dengan penahanan 9 Jam	Layer 1	154.4
	Layer 2	172.2
	Layer 3	120.4
Rata-rata ketebalan		149.0

Dari tabel di atas dapat disimpulkan bahwa ketebalan Baja AISI 1052 yang dihasilkan dari proses karburising sampai dengan ketebalan yang paling tebal yakni garis ke 2 dengan ketebalan 172.2 μm . Dapat dilihat adanya lapisan karbon yang terbentuk pada permukaan. Lapisan ini terbentuk karena atom-atom karbon yang berdifusi akan bereaksi dengan atom besi sehingga membentuk senyawa FeC yang terlihat seperti lapisan/garis hitam. Pada gambar 4.2 terbentuk rata-rata lapisan sebesar 68 μm . Pada gambar 4.3 terbentuk lapisan sebesar 80.2 μm atau sebesar. Pada gambar 4.4 terbentuk lapisan sebesar 149.0 μm .

Menurut B.H Amstead (1979) mengatakan bahwa “proses karburisasi media gas digunakan untuk memperoleh lapisan tipis antara 0,1 – 0,75 mm”. Pada penelitian ini didapatkan hasil yang tidak optimal pada temperatur 700°C dengan waktu penahanan 3 jam dikarenakan kurangnya temperatur ataupun waktu penahanan yang dilakukan pada saat perlakuan. Karena gas CO dan gas hidro karbon yang mudah berdifusi pada temperatur 900°C-950°C dengan waktu penahanan 3 jam.

B. Uji Kedalaman Kekerassan *Vickers*



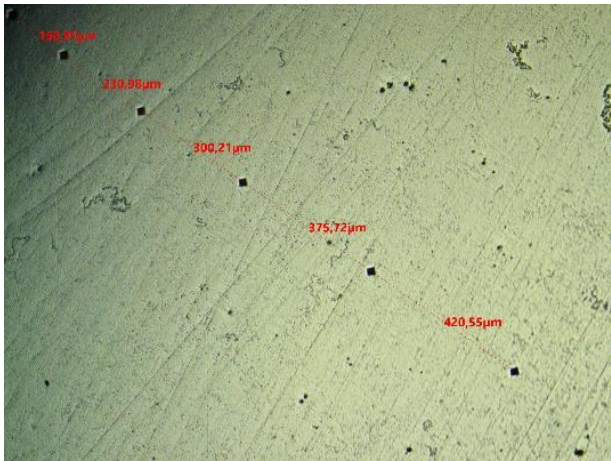
Gambar 5. Mikro vikers 700°C

(Muhammad Chaidir, 2024)

Tabel 4. Hasil Uji Kekerasan Vickers pada Sampel 700°C

Kode Spesimen	Jarak (µm)	Distribusi Kekerasan (HV)
AISI 1052 Temperatur 700°C	150	308.8
	300	297.9
	600	287.8
	900	310.8
	1200	320.0
Rata-rata Kekerasan		305.0

Dari hasil pengujian distribusi kekerasan dengan temperatur 700°C dan penahanan selama 3 jam didapati hasil distribusi kekerasan pada titik ke-1 sebesar 308.8 HV, titik ke-2 sebesar 297.9 HV, titik ke-3 sebesar 287.8 HV, titik ke-4 sebesar 310.8 HV dan pada titik ke-5 sebesar 320.0 HV. Hasil rata-rata yang didapat adalah sebesar 305.06 HV.

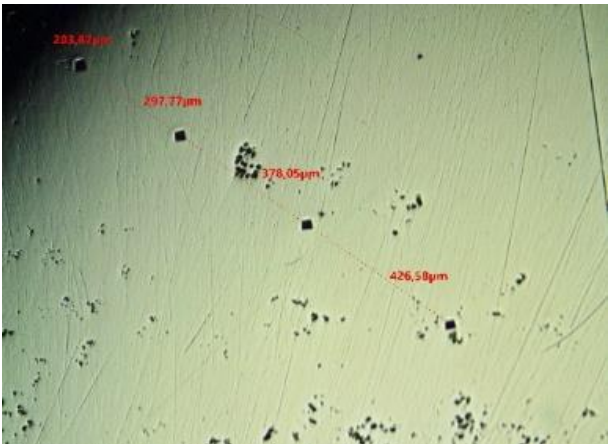


Gambar 6. Mikro Vikers 800°C
(Muhammad Chaidir, 2024)

Tabel 5. Hasil Uji Kekerasan Vickers pada Sampel 800°C

Kode Spesimen	Jarak Titik Pengujian (µm)	Distribusi Kekerasan (HV)
AISI 1052 Temperatur 800°C	150	728.6
	300	746.4
	600	767.2
	900	779.2
	1200	788.1
Rata-rata Kekerasan		761.9

Dari hasil pengujian distribusi kekerasan dengan temperatur 800°C dan penahanan selama 6 jam didapati hasil pada titik ke-1 sebesar 728.6 HV, titiik ke-2 sebesar 746.4 HV, titik ke-3 767.2 HV, titik ke-4 779.2 HV, titik ke 5 788.1HV.



Gambar 7. Mikro Vickers 900°C
(Muhammad Chaidir, 2024)

Tabel 6. Hasil Uji Kekerasan Vickers pada Sampel 900°C

Kode Spesimen	Jarak Titik Pengujian (µm)	Distribusi Kekerasan (HV)
AISI 1052 Temperatur 900°C	150	421.9
	300	464.8
	600	508.6
	900	547.6
	1200	546.9
Rata-rata Kekerasan		497.9

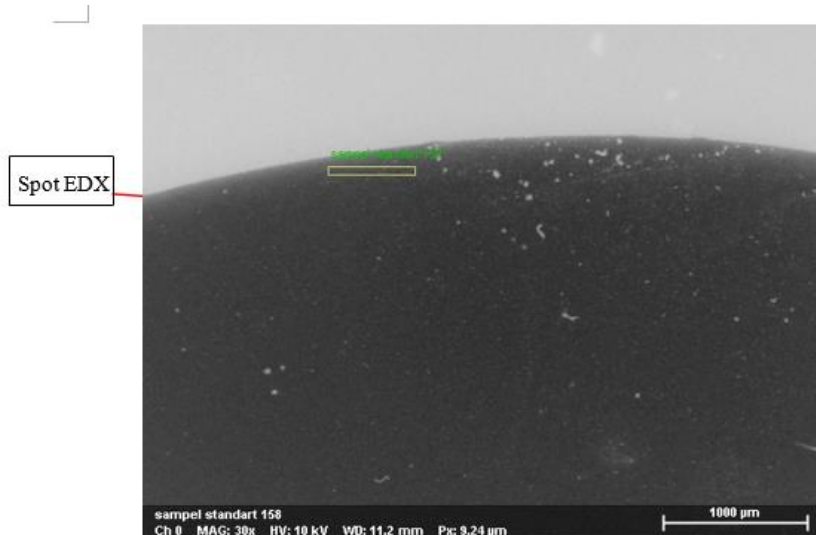
Dari hasil pengujian distribusi kekerasan dengan temperatur 800°C dan penahanan selama 6 jam didapati hasil kekerasan pada titik ke-1 sebesar 421.9 HV, titiik ke-2 sebesar 464.8 HV, titik ke-3 sebesar 508.6, titik ke-4 sebesar 547.6 HV dan pada titik ke-5 sebesar 546.9. Hasil rata-rata yang didapat adalah sebesar 497.9 HV.

terlihat kekerasan paling tinggi terdapat pada permukaan AISI 1052 dengan temperatur 700°C dan menurun seiring dengan kedalaman difusi dari karbon. Ini disebabkan karena konsentrasi difusi atom dari karbon pada permukaan jauh lebih besar dari difusi atom pada kedalaman tertentu. Pada saat proses perlakuan, peningkatan temperatur dan media pendingin yang berupa collant sangat berpengaruh terhadap kekerasan difusi karbon yang dihasilkan Hal itu dapat dibuktikan dari penelitian sebelumnya oleh Yausi Rian Firdaus (2020) yang menjelaskan bahwa baja yang dilakukan heat treatment lalu di quenching menggunakan pendingin collant memiliki nilai kekerasan lebih baik daripada media pendingin air atau pun air garam.

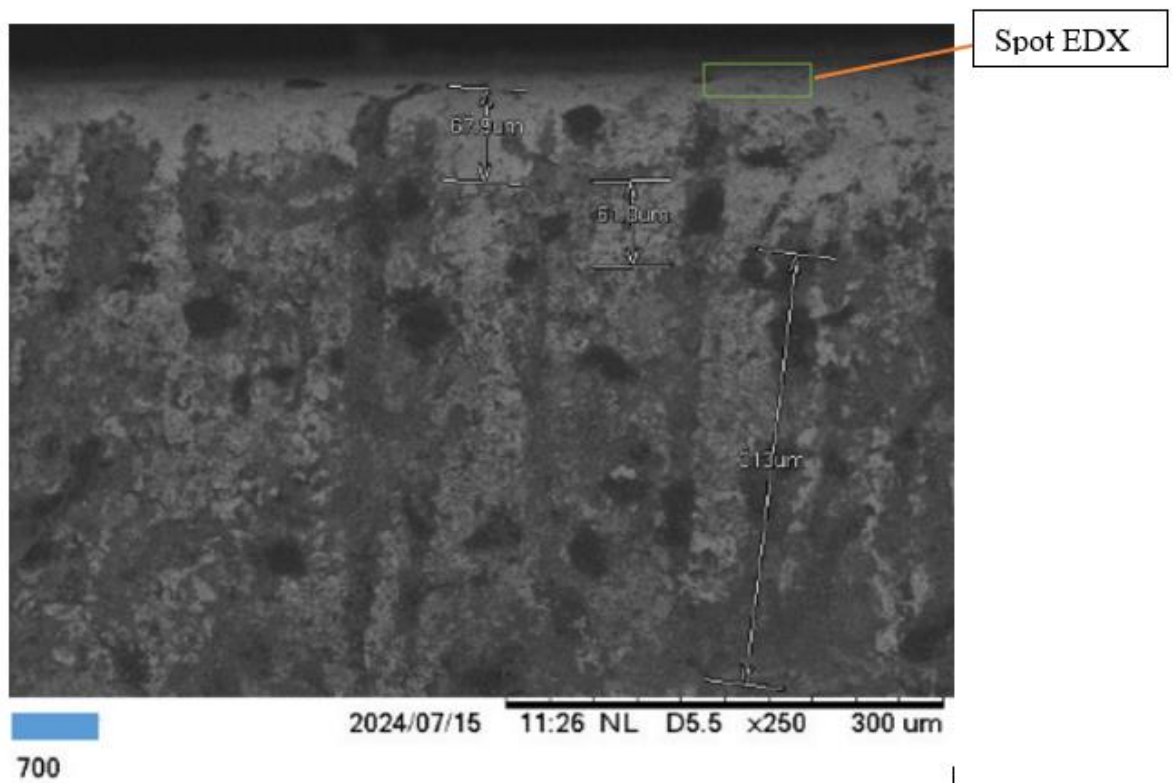
Dari penelitian Dewa Ngakan Ketut Putra Negara (2016) menjelaskan bahwa karbon yang mampu berdifusi semakin rendah dengan semakin jauhnya dari permukaan. Maka dari itu nilai distribusi kekerasan semakin rendah seiring dengan meningkatnya kedalaman permukaan pada baja AISI 1050 yang telah di karburasi.

Pada hasil pengujian distribusi kekerasan didapatkan hasil yang berbanding lurus dengan pengujian yang dilakukan oleh Dewa Ngakan Ketut Putra Negara (2016), dikarenakan difusi atom karbon yang mampu berdifusi dengan baik pada permukaan kemudian menurun seiring meningkatnya kedalaman permukaan.

C. Uji SEM EDX



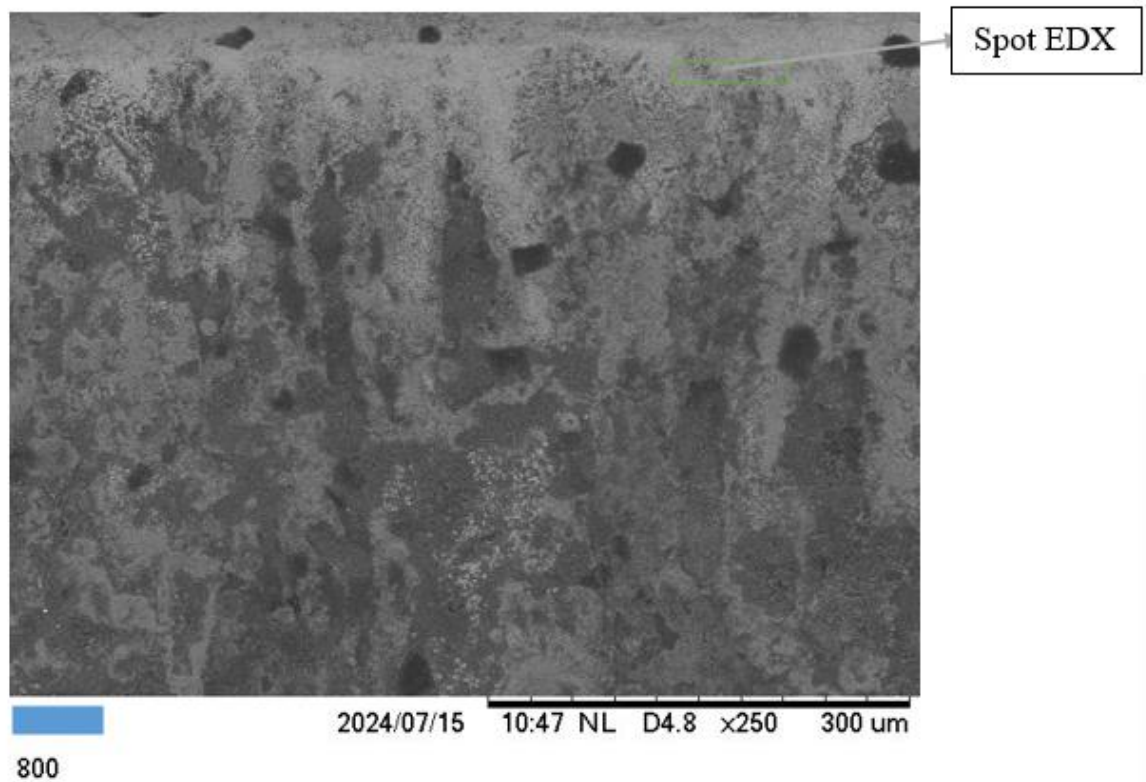
Gambar 9. Sampel Raw Material
(Muhammaad Chaidir, 2024)



Gambar 10. Sampel SEM EDX 700°C
(Sumber : Muhammad Chaidir, 2024)

Pada gambar menunjukkan kandungan sampel yang diambil untuk mengetahui komposisi yang terkandung pada baja AISI 1052 dengan proses karburasi 700°C dengan waktu penahanan selama 3 jam.

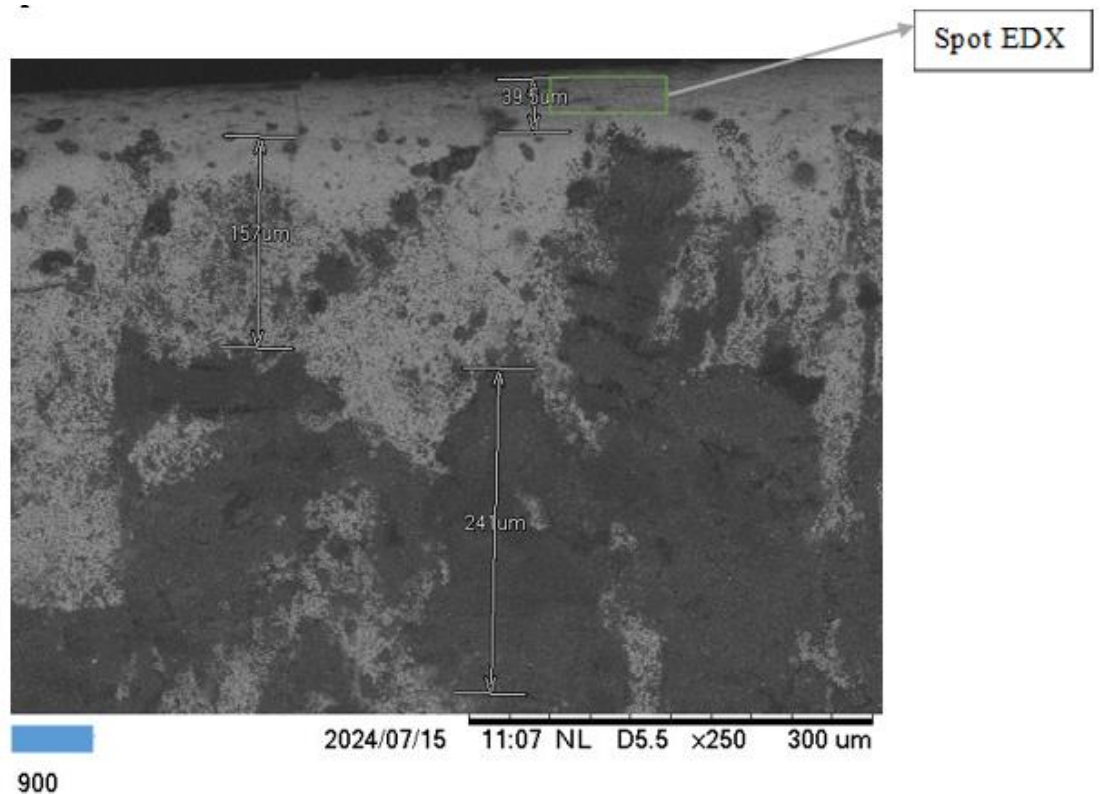
Gambar di atas merupakan jumlah komposisi pada spesimen yang sudah di karburasi dengan temperatur 700°C dengan penahanan selama 3 jam. Didapatkan jumlah kandungan karbon sebesar 14.79% dan memiliki atom sebesar 44.33%.



Gambar 11. Sampel SEM EDX 800°C

(Sumber : Muhammad Chaidir, 2024)

menunjukkan sampel yang diambil untuk mengetahui komposisi yang terkandung pada baja AISI 1052 dengan proses karburasi 800°C dengan waktu penahanan selama 6 jam. jumlah komposisi pada spesimen yang sudah di karburasi dengan temperatur 800°C dengan penahanan selama 6 jam. Didapatkan jumlah kandungan karbon sebesar 15.85 % dan memiliki atom sebesar 45.87%.



Gambar 12. Sampel SEM EDX 900°C

Gambar di atas menunjukkan sampel yang diambil untuk mengetahui komposisi yang terkandung pada baja AISI 1052 dengan proses dengan waktu penahanan selama 9 jam. merupakan jumlah komposisi pada spesimen yang sudah di karburasi dengan temperatur 900°C dengan penahanan selama 9 jam. Didapatkan jumlah kandungan massa karbon sebesar 17.51% dan memiliki atom sebesar 47.53%.

Tabel 7 komposisi dari Raw Material, 700°C, 800°C, dan 900°C

Unsur	Spesimen			
	Tanpa Perlakuan	700°C	800°C	900°C
Fe	93.53	82.95	81.65	77.53
C	6.47	14.79	15.85	17.51
Al	-	1.22	1.31	1.93
O	-	0.59	0.88	1.54
Cr	-	0.45	0.30	0.75
F	-	82.95	81.65	0.74

Gambar 13. Grafik Tinggi kadar karbon

Pada data grafik diatas didapat hasil uji SEM EDX pada raw menunjukan hasil 6.47% karbon pada temperature 700°C mendapatkan hasil 14.79% karbon pada temperatur 800°C mendapatkan hasil 81.65% karbon dan pada hasil 900°C mendapatkan hasil 77.53% karbon. Setaip kenaikan temperatur terjadi kenaikan karbon di setiap specimen, ini terjadi di sebabkan baja mengalami karburisasi yang akan berdifusi ke permukaan baja dan meningkatkan kandungan karbon di permukaan.

Hal ini menunjukan pada proses karburisasi denga temperatur 900°C mendapatkan jawaban bahwa di temperature tersebut terbentuk lapisan dan dikatakan sangat optimal karena menurut B.H Amstead 1979 mengatakan bahwa "proes karburisasi media gas di gunakan untuk memperoleh lapisan antara 0.1-0.75mm" dan lapisan terbentuk sebesar 1.683µm.

4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil Pengujian Struktur Mikro
 - a. pada spesimen sebelum perlakuan karburizing tidak terdapat lapisan pada permukaan baja paduan AISI 1052.
 - b. Pengujian mikroskop optik pada spesimen hasil perlakuan carburizing menunjukan lapisan yang terbentuk pada temperatur 700°C dengan waktu penahanan selama 3 jam belum mencapai optimal karena lapisan yang terbentuk tidak sampai 0,1 mm atau 100µm yang hanya memiliki lapisan sebesar 0,05mm atau sebesar 50µm.
 - c. Sedangkan pada temeperatur 800°C dengan waktu penahanan 6 jam dan pada temperatur 900°C dengan waktu penahanan 9 jam dapat dikatakan optimal karena telah mencapai 0,12 mm atau sebesar 120 µm pada temperatur 800°C, dan ketebalan lapisan sebesar 0,4 mm atau sebesar 400 µm pada temperatur 900°C.

2. Hasil Pengujian Mikro Vikers

- a. pada baja paduan AISI 1052 rata-rata kekerasan adalah 239,9 HV.
- b. Proses gas carburizing dengan peningkatan temperatur dan holding time berpengaruh terhadap kekerasan baja AISI 1052, dimana nilai kekerasan yang tertinggi dari penelitian ini adalah 900°C holding time 9 jam sebesar 770.4 HV .
- c. Pada Karburizing 800°C holding time 6 jam sebesar 745.0 HV, dan 700°C holding time 3 jam sebesar 455.5 HV pada pengambilan sejauh 300µm dan akan menurun seiring menjauh dari permukaan.
- d. Penelitian ini dapat dikatakan optimal dikarenakan ketebalan lapisan dari setiap perlakuan meningkat seiring bertambahnya temperatur serta seiring meningkatnya holding time karburasi. Akibat dari difusi karbida yang baik pada permukaan baja AISI 1052.

3. Hasil Pengujian SEM EDX

- a. Pada Baja paduan AISI 1052 kandungan karbon 6,47% dan kandungan besi sebanyak 93,53%
- b. Meningkatnya kandungan karbon pada karburisasi 700°C yang mempunyai kandungan karbon sebanyak 14,79% dan menurunnya kandungan besi sebanyak 44,33%

5 Referensi

- [1] Abidah, A. F., & Drastiawati, N. S. (2017) Analisis SS400 Hasil Carburizing Media Arang Tempurung Kelapa-BaCO₃ dengan Variasi Temperatur Pemanasan dan Holding Time Ditinjau dari Pengujian Kekerasan dan Struktur Mikro ANALISIS SS400 hasil carburizing media arang tempurung kelapa-baco₃ dengan variasi temperatur pemanasan dan holding time ditinjau dari pengujian kekerasan dan struktur mikro.
- [2] Astm: American Standart Test Methods (2018) E18-18a For Rockwell Hardness OF Metallic Materials.. America.
- [3] Amstead, Billy Howard, Phillip F. Ostwald, and Myron Louis Begeman. (1979). "Manufacturing processes."
- [4] DR. IR. I KT. Suarsana, MT (2017). *Ilmu Material Teknik*. 10-16.
- [5] Fahreza, M. I., Fakhriza, & Hamdani. (2017). *Analisa Pengaruh Waktu Penahanan Terhadap Nilai Kekerasan Baja Aisi 1050 Dengan Metode Pack Carburizing*. 1(1), 1–5.
- [6] Fawaiz, I. (2017). *Analisa pengaruh variasi temperatur austenisasi terhadap kekerasan, kekuatan impak dan struktur mikro dengan proses laku panas pada baja karbon AISI 1050*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- [7] Gunawan, E. (2017). *Analisa Pengaruh Temperatur Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Pada Baja Karbon Rendah (St41) Dengan Metode Pack Carbirizing*. *Teknika: Engineering and Sains Journal*, 1(2), 117. <https://doi.org/10.51804/tesj.v1i2.133.117-124>
- [8] Kim, C., Joshi, S., & Cauwenberghs, G. (2019). *Patent Application Publication: US 2019 / 0253069 A1*. 1, 1–10. Of, C., & Gear, A. B. (n.d.). *Carburizing and Nitriding Treatment Modeling*. 44–47.
- [9] Muchtar, I., Sc, K. M., Kurniawan, B. A., Sc, M., Wibowo, A., & Its, M. (2007). *Analisa Kegagalan dan Pengaruh Proses Hardening-Tempering AISI 1050 Terhadap Strukturmikro dan Kekuatan Welded Chain Bucket Elevator* .
- [10] Noviatiningrum, N., Sidi, P., K, H. B.(2018), Teknik, S., Teknik, J., & Kapal, P. (n.d.). *Analisa Pengaruh Temperatur dan Waktu Pemanasan , serta Cara Pendinginan pada Proses Carburizing Terhadap Kekerasan Baja Karbon Rendah*. 260–270.
- [11] Nurmalasari, S. R. (2017). *Pendinginan Terhadap Kekerasan , Kekuatan*.
- [12] Rasid, M. (2020). Innovation Utilization of Nitridation Method in Improving Hardness and Corrosion Resistance of Blacksmiths Crafts. *Journal of Physics: Conference Series*, 1500(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1500/1/012037>
- [13] Woro, H., & Sumantri, D. (2020). Pengaruh Holding Time Dan Media Pendingin Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja St41 Pada Proses Carburizing Arang Tempurung Kelapa. *Elemen : Jurnal Teknik Mesin*, 7(2), 157–166. <https://doi.org/10.34128/je.v7i2.124>
- [14] Sari, N. H. (2017). Perlakuan Panas Pada Baja Karbon: Efek Media Pendinginan Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro. *Jurnal Teknik Mesin*, 6(4), 263. <https://doi.org/10.22441/jtm.v6i4.2091>
- [15] Ulif Lestaringrum, Amalia.(2002) ANALISA VARIASI TEMPERATUR CARBURIZING DAN NITRIDING TERHADAP KEDALAMAN KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA BAJA AISI 1050. Diss. ITN Malang

- [16] Van Vlack, L. H., & Sriati Japirie. (1991). *Ilmu Dan Teknologi Bahan : IlmuLogam Dan Bukan Logam*. Jakarta: Erlangga.
- [17] *Potential (CP) Pada Proses High Concetration Carburising Terhadap Karakteristik Baja SCM 440 Pada Komponen Pin Rantai Tipe Timing Chain*. Depok : Universitas Indonesia.
- [18] Widiyono, E., W, G. D., Atria, P., & Wardana, D. W. (2018). *Analisa Pengaruh Penambahan Garam Di Media Pendingin Air Terhadap Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Pada Baja Karbon Aisi 1050*. (2017),245–250.