

Analisa Pengaruh *Carburizing* Baja AISI 1042 Menggunakan Media Serbuk Alumina Pada Temperatur 800°C Dengan Menggunakan Variasi *Holding Time*

Fardiansyah^{1,*}, Eko Yohanes S¹, Tito Arif S¹

¹ Program Studi Teknik Mesin S1 Institut Teknologi Nasional Malang

Kata kunci

Baja AISI 1042
Carburizing
Holding Time
Serbuk Alumina

ABSTRAK

Proses perlakuan *carburizing* pada baja AISI 1042 menggunakan media serbuk alumina pada temperatur 800°C dengan variasi *holding time* 30, 60, dan 90 menit dengan media pendingin air yang bertujuan membandingkan hasil kekerasan, uji Tarik dan struktur mikro. Hasil yang didapatkan pada uji kekerasan, kekerasan raw material 627,67 HV, *holding time* 30 menit 844,95 HV, *holding time* 60 menit 880,46 HV, dan *holding time* 90 menit 900,55 HV. Lapisan permukaan pada spesimen uji semakin meningkat seiring lamanya penahanan waktu pada saat proses *carburizing* maka akan menambah kekerasan permukaan dan beban tarik. Kekuatan tarik tertinggi pada variasi *holding time* 90 menit sebesar 71,74 Kgf/mm² dengan beban maksimal 4.484 N dan nilai terendah pada *holding time* 30 menit sebesar 63,95 Kgf/mm² dengan beban maksimal 3.988 N. Pada Struktur mikro menunjukkan struktur pearlite tertinggi pada penahanan waktu 60 menit dengan 66,203% dan ferrite 33,769 % yang berarti kandungan karbon setelah proses *carburizing* dengan media serbuk alumina.

Fardiansyah (email: fardiansyahdian27@gmail.com)

Diterima: 6 September 2024

Disetujui: 22 September 2024

Dipublikasikan: 31 Oktober 2024

1 Pendahuluan

Salah satu metode yang digunakan dalam proses *carburizing* adalah penggunaan media karburasi, yang dapat meningkatkan efisiensi dan kualitas proses tersebut. Selama proses ini, baja dipanaskan dalam lingkungan yang kaya akan karbon, seperti gas karbon monoksida, pada suhu tinggi. Karbon kemudian difusikan ke dalam permukaan baja, membentuk lapisan padat yang kaya akan karbon, yang disebut karbid. Baja yang telah mengalami proses *carburizing* memiliki permukaan yang lebih keras dan tahan aus dibandingkan dengan inti baja yang lebih lunak. Ini membuatnya cocok untuk aplikasi di mana kekerasan permukaan yang tinggi penting, seperti gigi roda gigi, poros, dan komponen mesin lainnya yang mengalami tekanan dan aus yang tinggi [1].

Baja karbon seri AISI 1042 merupakan baja karbon menengah yang banyak sekali digunakan untuk pengaflikasian antara lain pembuatan peralatan perkakas, roda gigi, *crankshaft*, poros *propeller*, baling-baling kapal dan konstruksi umum karena mempunyai sifat mampu las dan dapat dikerjakan pada proses pemesian dengan baik, menurut AISI (*American Iron and Steel Institute*) Kadar karbon dari baja AISI 1042 antara 0,40% - 0,47% sehingga bersifat lebih kuat dan keras, baja AISI 1042 termasuk baja karbon menengah. Dalam penerapannya konstruksi baja ini seringkali tidak dapat dihindari proses penyambungan logam, atau yang sering disebut dengan pengelasan. Hal ini mempunyai peranan penting dalam rekayasa dan reparasi atau perbaikan logam [2].

Teknologi *fluidized bed* saat ini telah dimanfaatkan untuk proses perlakuan termokimia gas dalam menghasilkan kekerasan permukaan baja. Serbuk alumina dimanfaatkan sebagai media pada teknologi ini bertujuan untuk meningkatkan transfer panas dari dinding dapur menuju ke spesimen baja dengan demikian akan menghasilkan peningkatan kualitas kekerasan permukaan. Namun kualitas pengerasan permukaan sangat ditentukan oleh paduan dari baja tersebut. Perbedaan unsur paduan bahan akan menghasilkan lapisan pasif yang

berbeda pada permukaan masing-masing bahan tersebut sehingga tentunya akan mempengaruhi perbedaan transfer panas dipermukaan specimen [3]

Temperatur dan *holding time* merupakan dua faktor utama yang mempengaruhi efisiensi dan hasil dari proses *carburizing*. Temperatur yang tinggi dapat mempercepat proses difusi karbon ke dalam baja, sedangkan *holding time* yang lebih lama dapat memastikan distribusi karbon yang merata di seluruh permukaan baja. Penelitian mengenai pengaruh carburizing baja AISI 1042 menggunakan media serbuk alumina pada suhu 800°C dengan variasi *holding time*. [4]

Pemilihan serbuk alumina sebagai media *carburizing* dilakukan karena keberadaan Aluminium oksida berperan penting dalam ketahanan logam terhadap perkaratan dengan udara. Pada suhu 800°C, ini merupakan suhu yang relatif tinggi yang bisa untuk proses *carburizing* karena memungkinkan karbon dari media carburizing untuk menembus permukaan baja dengan cepat [5]

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh proses carburizing pada baja AISI 1042 menggunakan media serbuk alumina pada suhu 800°C terhadap kekuatan Tarik, kekerasan permukaan, dan struktur mikro, dengan variasi *holding time* 30, 60, dan 90 menit.

2 Metode Penelitian

Pelaksanaan penelitan dilakukan di Laboratorium Material Institut Teknologi Nasional Malang, yang dimulai pada tanggal maret – juli 2024, pengujian kekuatan tarik dan pengujian kekerasan vickers dilakukan di laboratorium Material Institut Teknologi Nasional Malang. Pengujian Struktur Mikro dilakukan di laboratorium uji logam, Universitas Merdeka Malang.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi baja AISI 1042, Serbuk alumina, gas propana, gas nitrogen. Untuk alat yang digunakan diantaranya *fluidized bed furnace*, seling, *mesh*, jangka sorong, timbangan digital, mesin poles.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini penulis mendapatkan data hasil uji kekuatan tarik, kekerasan mikrovickers, dan struktur mikro. Data yang diperoleh melalui hasil uji di atas selanjutnya dilakukan pemaparan data untuk analisis pada grafik hasil penelitian.

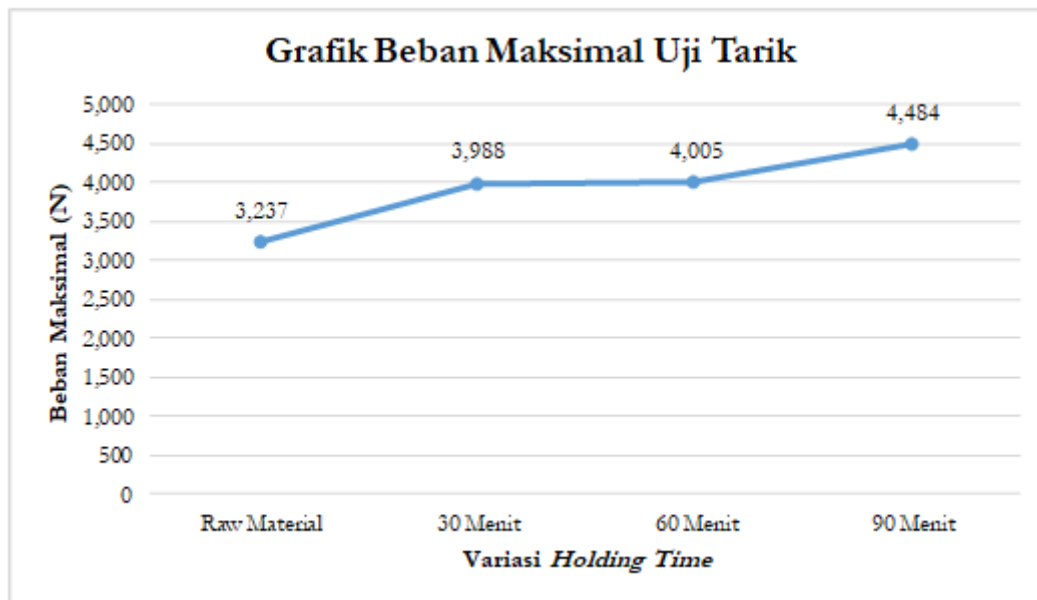
Prosedur penelitian ini dimulai dengan mengumpulkan referensi terkait topik, termasuk mencari berbagai sumber di perpustakaan Institut Teknologi Nasional Malang, perpustakaan online, dan buku yang berkaitan dengan material komposit. Langkah ini dianggap penting karena berfungsi sebagai dasar untuk membangun landasan teoritis dan membentuk asumsi awal. Hal ini diperlukan agar dapat mengklasifikasikan, mengorganisasi, dan menggunakan literatur-literatur yang relevan di bidangnya.

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Data Hasil Pengujian Kekuatan Tarik

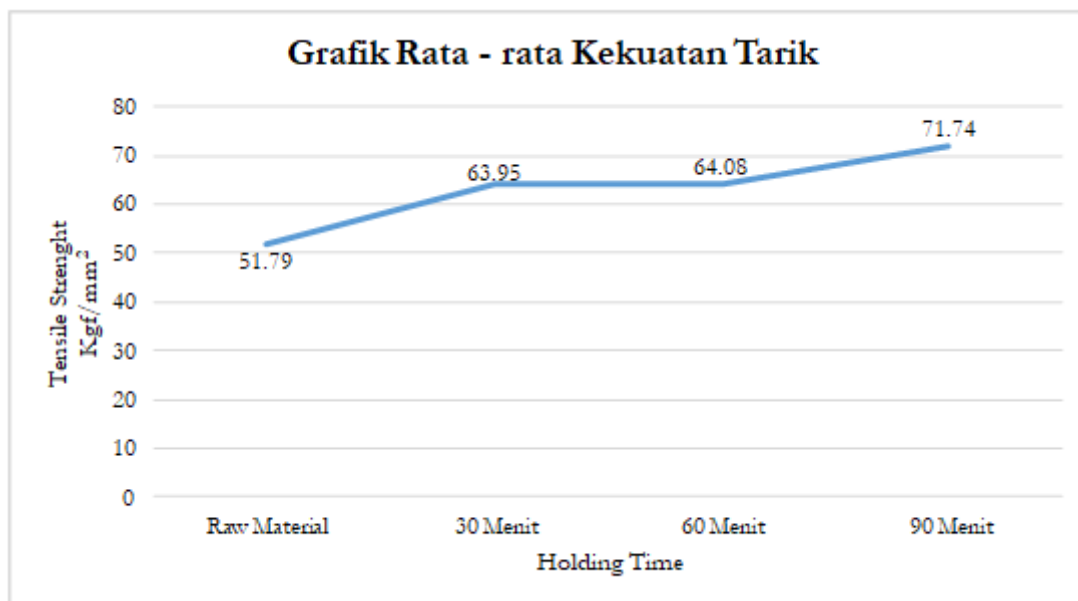
Tabel 1. Data Hasil Uji Kekuatan Tarik

Sampel uji Tarik	Sampel	Area (mm)	Max Force (N)	Ys (Kgf/mm ²)	Ts (Kgf/mm ²)	Young modulus	Elongation
RAW	A	62.50	3237	32.41	51.79	560.46	43,03
	A	62.50	3559	16.53	56.95	320.03	24,5
30 Menit	B	62.50	3757	17.43	60.50	360.03	26
	C	62.50	4650	23.20	74.40	419.54	27
	A	62.50	3970	63.52	63.52	345.23	24
60 Menit	B	62.50	3930	18.38	62.87	285.34	25.5
	C	62.50	4117	28.79	65.87	293.27	26
	A	62.50	4478	14.66	71.65	322.05	29
90 Menit	B	62.50	4394	14.09	70.31	331.88	26
	C	62.50	4580	16.03	73.28	312.52	27



Gambar 1. Grafik Hubungan Nilai Beban Maksimal Uji Tarik dengan Variasi *Holding Time*

Pada hasil pengujian kekuatan tarik data yang diperoleh dengan kesimpulan bahwa terdapat perbedaan pada nilai beban maksimal pada baja dengan perlakuan gas *carburizing* variasi *holding time* yaitu tanpa perlakuan gas *carburizing* nilai rata-rata beban maksimal 3237 N setelah perlakuan gas *carburizing* *holding time* 30 menit menjadi 3.988 N di *holding time* 60 menit menjadi 4.005 N, dan di *holding time* 90 menit menjadi 4.484 N. Sehingga kekuatan tarik yang optimum pada *holding time* 90 menit sesuai dengan hasil analisis uji Tarik dan ditunjukkan pada grafik nilai beban maksimal 4.484 N.



Gambar 2. Grafik Hubungan *Tensile Strenght* Uji Tarik dengan Variasi *Holding Time*

Pengujian Tarik ini terdapat masing-masing 3 kali percobaan dengan perlakuan panas *carburizing* baja AISI 1042 dengan media serbuk alumina variasi *holding time* 30, 60, dan 90 menit. Berdasarkan tabel 1 dan gambar 1 dan 2 grafik beban maksimal dan grafik *tensile strength*, hasil pengujian tarik diketahui bahwa dengan perbedaan waktu penahanan sangat berpengaruh terhadap kekuatan tarik hasil perlakuan panas *carburing* dengan media serbuk alumina. Semakin lama waktu penahanan maka akan semakin besar pula nilai kekuatan tarik yang di dapatkan. Perlakuan *carburizing* pada Baja AISI 1042 dengan media serbuk alumina memiliki kekuatan tarik

tertinggi pada variasi *holding time* 90 menit sebesar 71,74 Kgf/mm² dengan beban maksimal 4.484 N dan nilai terendah pada *holding time* 30 menit sebesar 63,95 Kgf/mm² dengan beban maksimal 3.988 N. Ini membuktikan bahwa variasi *holding time* dengan penggunaan serbuk alumina sebagai media *carburizing* baja AISI 1042 dapat memperkuat kekuatan Tarik dan beban maksimal baja AISI 1042.

Pada pengujian Tarik ini specimen mengalami patahan. Patahan ini terjadi karena peningkatan kekerasan permukaan yang menyebabkan material menjadi getas dan rentan terhadap patah saat diberi beban Tarik. Pada proses carburizing membentuk tegangan sisa pada material yang dapat menurunkan ketahanan material terhadap beban Tarik.

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh [6] mengatakan bahwa Semakin lama waktu *carburizing* (*holding time*), kekerasan permukaan baja AISI 1042 meningkat. Namun, keuletan material menurun, sehingga baja menjadi getas dan rentan terhadap patahan saat uji tarik. Hal ini sejalan dalam penelitian yang dilakukan dikarenakan pada penelitian ini waktu perlakuan panas *carburizing* dengan variasi waktu penahanan terjadinya patahan getas pada specimen.

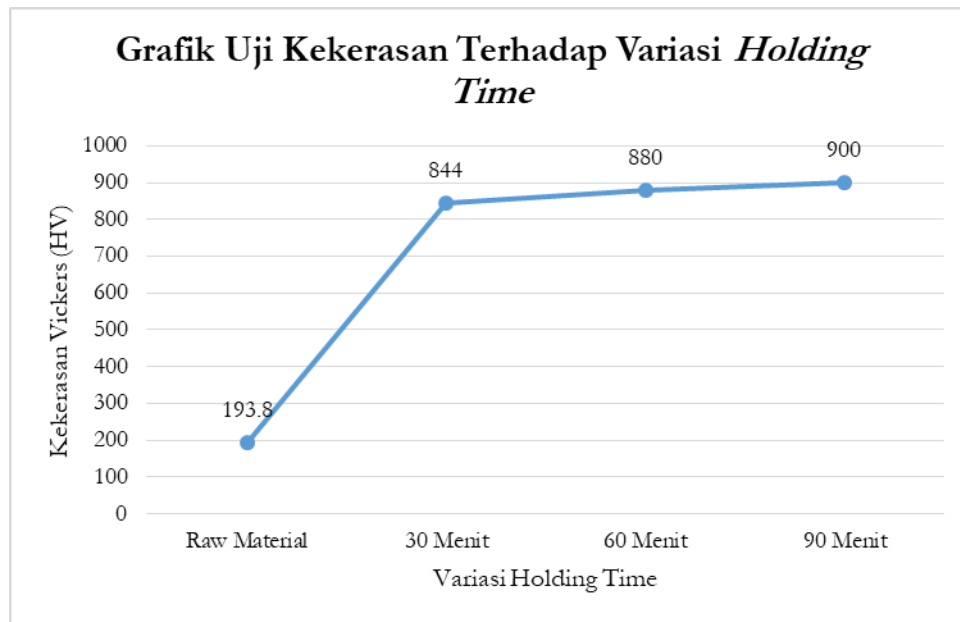
3.2 Data Hasil Pengujian Kekerasan

Dari proses perlakuan panas *carburizing* temperatur 800°C dengan penahanan waktu 30 menit, penahanan waktu 60 menit, penahanan waktu 90 menit pada *fluidized bed furnace*, maka didapatkan data kekerasan yang bertujuan untuk mengetahui nilai kekerasan pada specimen hasil perlakuan panas *carburizing*. Pada pengujian kekerasan ini menggunakan alat uji micro vikers dengan beban 100 gf. Data diambil sebanyak 3 titik dengan jarak 15µm, 45µm, dan 75µm untuk mengetahui sejauh mana difusi karbon pada permukaan baja AISI 1042.

Data hasil pengujian kekerasan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Kekerasan Vickers

Variasi Holding Time	Spesimen Pengujian	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Rata-rata per-spesimen uji (HV)	Nilai Rata – rata Kekerasan (HV)
Raw Material	A	193.8	193	199.4	195.4	193.8
Holding Time 30 Menit	A	780.5	867.6	845.1	831.07	844.95
	B	850	865.1	857.5	857.53	
	C	870.2	825.9	842.7	846.27	
Holding Time 60 Menit	A	852.5	875.3	923.7	883.83	880.46
	B	893.7	865.1	891	883.27	
	C	918.1	888.3	816.5	874.30	
Holding Time 90 Menit	A	909.8	876.7	896.3	894.27	900.55
	B	896.3	926.5	901.7	908.17	
	C	877.9	918.1	901.7	899.23	



Gambar 3. Grafik Hasil Pengujian Kekerasan

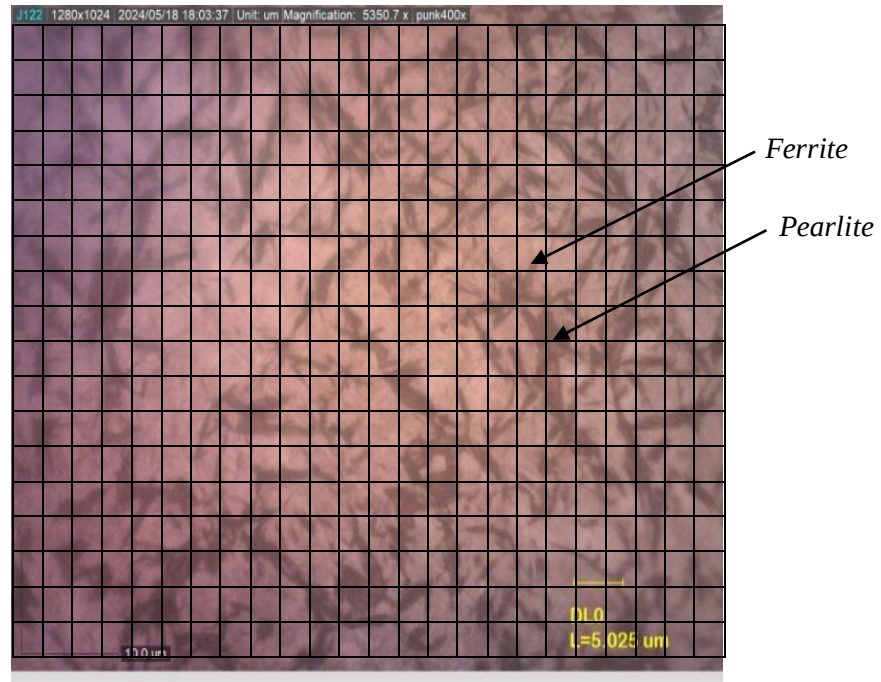
Berdasarkan analisa data hasil pengujian kekerasan menggunakan alat uji *micro vickers*, didapatkan data kekerasan Baja AISI 1042. Pada Baja AISI 1042 seiring bertambahnya *holding time carburizing* maka mengakibatkan kekerasan permukaannya semakin tinggi. Pada hasil proses perlakuan panas *carburizing holding time* 90 menit nilai kekerasannya lebih tinggi dibandingkan pada proses perlakuan panas *carburizing holding time* 30 menit maupun proses perlakuan panas *carburizing holding time* 60 menit. Pada proses perlakuan panas *carburizing holding time* 90 menit kekerasan mencapai 900, 55 HV yang mana artinya proses *carburizing holding time* meningkatkan nilai kekerasan spesimen sebesar 2, 8% dari kekerasan semula sebelum proses perlakuan panas. Namun pada proses perlakuan panas *carburizing holding time* 30, 60 menit kekerasan kekerasan terus meningkat secara signifikan dari 844, 95 HV ke 880,46 HV.

Pada penelitian [7] dengan proses perlakuan panas sama dengan variasi *temperature* 700°, 800°, 900° namun dengan jenis material yang berbeda yakni Baja AISI 1050 dengan *holding time* 180 menit, menunjukkan grafik nilai kekerasan yang berbeda pula. Kekerasan tertinggi terdapat pada hasil proses perlakuan panas *carburizing* temperatur 800°C dan proses perlakuan panas nitriding temperatur 500°C yakni sebesar 881,3 HV pada titik 2.

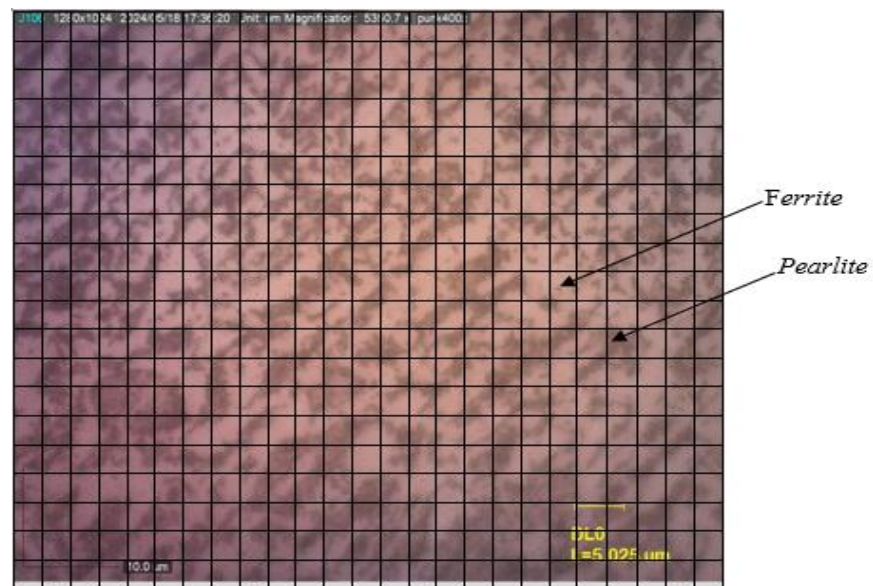
Berdasarkan perbandingan data hasil diatas, dapat disimpulkan bahwa Baja AISI 1042 bisa untuk proses perlakuan panas *carburizing* karna dapat menghasilkan nilai kekerasan yang tinggi pada *holding time* 90 menit dengan kekerasan sebesar 900,55 HV untuk proses *carburizing* dengan media serbuk alumina. Hal ini sejalan dalam penelitian yang dilakukan dikarenakan pada penelitian variasi *holding time* 90 menit memiliki kekerasan tertinggi dibandingkan *holding time* 30 menit memiliki kekerasan terendah.

3.3 Data Hasil Pengujian Struktur Mikro

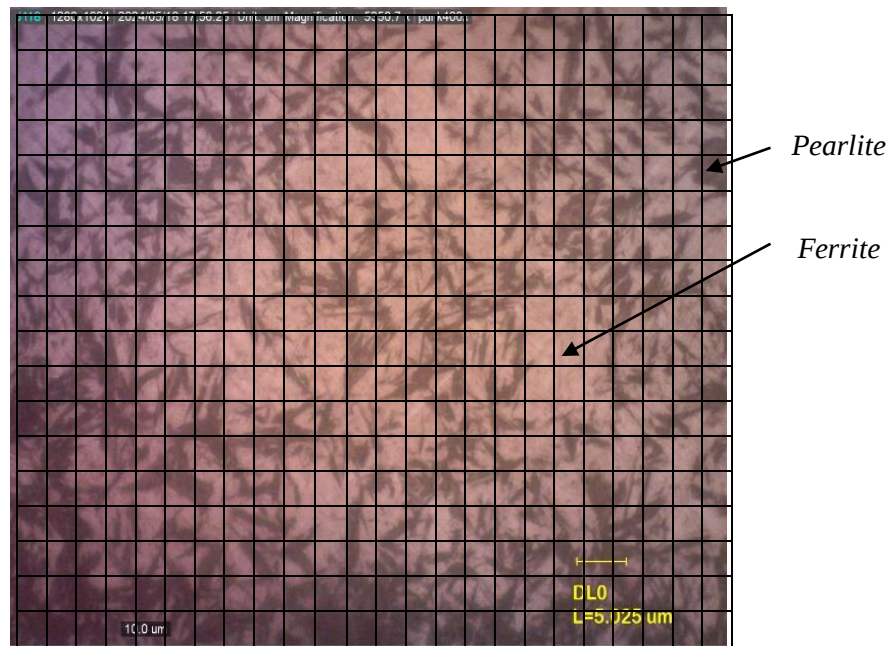
Dari pengujian struktur mikro didapatkan bentuk struktur mikro dari material baja AISI 1042. Berikut merupakan data hasil pengujian struktur mikro yang dilaksanakan di Laboratorium Material Universitas Merdeka Malang.



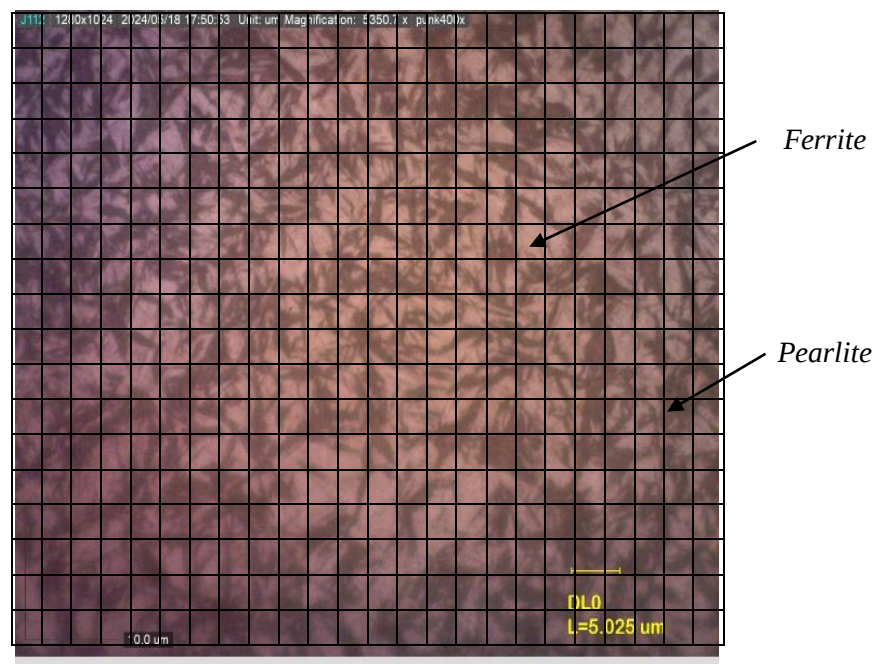
Gambar 4. Hasil Pengujian Struktur Mikro Raw Material



Gambar 5. Hasil Pengujian Variasi Holding Time 30 Menit



Gambar 6. Hasil Pengujian Variasi *Holding Time* 60 Menit



Gambar 7. Hasil Pengujian Variasi *Hodling Time* 90 Menit

Berdasarkan data foto mikro pada proses perlakuan panas *carburizing* temperature 800C baja AISI 1042 dengan media serbuk alumina, baja AISI 1042 memiliki fasa ferrite dan perlite. Pada foto mikro tanpa perlakuan *carburizing* menunjukkan struktur ferrit (putih) lebih dominan sebesar 47,453 %, akan tetapi dengan perlakuan *carburizing* dengan variasi *holding time* justru struktur fasa pearlite (hitam) yang lebih banyak dari ferrite, yang berarti bahwa kandungan karbon lebih banyak setelah proses perlakuan *carburizing* yang mengindikasikan model patahan getas pada uji tarik dengan distribusi butiran di daerah permukaan patahan yang lebih merata dan seragam dibandingkan permukaan patahan specimen yang tidak mengalami perlakuan carburizing.

Proses *carburizing* menyebabkan difusi karbon ke dalam permukaan baja AISI 1042, yang kemudian membentuk lapisan karbida. Semakin lama *holding time* pada proses *carburizing*, semakin tebal lapisan karbida yang terbentuk. Lapisan karbida yang tebal ini memberikan peningkatan kekerasan permukaan baja secara signifikan. Hasil uji kekerasan menunjukkan bahwa semakin lama *holding time*, semakin tinggi nilai kekerasan permukaan yang diperoleh.

Meskipun peningkatan kekerasan permukaan ini, disisi lain dapat menurunkan keuletan material. Struktur mikro yang didominasi oleh lapisan karbon yang tebal menyebabkan material menjadi getas dan rentan terhadap patahan. Hasil uji tarik menunjukkan bahwa semakin lama *holding time* pada proses *carburizing*, nilai kekuatan tarik meningkat, namun perpanjangan saat patah (*elongation*) menurun secara signifikan.

4 Kesimpulan

Dari serangkaian pengujian yang dilakukan pada spesimen uji baja AISI 1042 dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada hasil proses perlakuan panas *carburizing holding time* nilai kekerasan semakin meningkat. Pada variasi *holding time* 90 menit nilai kekerasannya lebih tinggi dibandingkan variasi *holding time* 30 menit dan 60 menit. Pada proses perlakuan panas *carburizing holding time* 90 menit kekerasan mencapai 900, 55 HV.
2. Perlakuan *carburizing* pada Baja AISI 1042 dengan media serbuk alumina nilai kekuatan tarik lebih meningkat seiring dengan lamanya penahanan waktu pada proses *carburizing*. Nilai tertinggi pada variasi *holding time* 90 menit sebesar 71,74 Kg/mm²
3. Pada Struktur mikro menunjukkan struktur pearlite meningkat dan struktur perlit tertinggi pada penahan waktu 90 menit dengan 66,203% dan ferrite 33,769 % yang berarti Struktur mikro yang didominasi oleh lapisan karbon yang tebal menyebabkan material menjadi getas dan rentan terhadap patahan kandungan karbon setelah proses *carburizing* dengan media serbuk alumina.

5 Referensi

- [1] Dermawan, A., Mustaqim, & Sidiq, F. (2017). Pengaruh Temperatur Carburizing Pada Proses Pack Carburizing Terhadap Sifat – Sifat Mekanis Baja S 21 C
- [2] Marasabessy, Abdul Kadir Rahman (2022) Pengaruh Variasi Temperatur PWHT Pada Baja AISI 1037 dan Baja AISI 1042 Pasca Pengelasan SMAW Terhadap Sifat Mekanis Hasil Pegelasan. Skripsi thesis, Institut Teknologi Nasional Malang.
- [3] Azhari, A., Ghadikolaei, A. D., Yusuf, N. K., & Sadeghi, B. (2018). Effect of Carburizing Time on Microstructure and Mechanical Properties of AISI 1045 Steel. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 370, 012017
- [4] Ulif Lestarinigrum, Amalia (2022) Institut Teknologi Nasional Malang. Analisa Variasi Temperatur Carburizing Dan Nitriding Terhadap Kedalaman Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Baja Aisi 1050.
- [5] Sujana, W., & Widi, K. A. (2016) Institut Teknologi Nasional Malang. Serbuk Alumina Sebagai Katalis Didalam Reaktor Fluidised Bed. Jurnal Flywheel, Volume 7, Nomor 1.
- [6] Zamzami, P. (2017). Pengaruh Peran Gas Nitrogen Pada Proses Nitridasi Gas Menggunakan Dapur Fluized Bed Pada Baja Karbon Rendah.
- [7] Pieter Th. Berhitu, 2014 Pengaruh Holding Time dan Quenchin Terhadap Kekerasan Baja Karbon ST-37 Pada Proses Pack Carburizing Menggunakan Arang Batok Biji Pala (*Myristica fagrans*). Fakultas Teknik Universitas Pattimura.
- [8] Nurhilal, Mohammad. "Pengaruh Temperatur, Holding Time Proses Pack Carburizing Baja Karbon Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik." Jurnal Teknologi 10.2 (2017): 153-162.

- [9] Fahreza, M. I., Fakhriza, F., & Hamdani, H. (2017). Analisa pengaruh waktu penahanan terhadap nilai kekerasan baja AISI 1050 dengan metode pack carburizing. *Jurnal Mesin Sains Terapan*, 1(1), 52-56.
- [10] Frans P. Sappu, and Arwanto MA Lakat. "Uji Kekerasan dengan Menggunakan Alat Microhardness Vickers pada Berbagai Jenis Material Teknik." *Jurnal Tekno Mesin* 5.1 (2018).
- [11] Arifandi, R., & Pohan, G. A. (2021). Pengaruh Media Arang Kayu Bakau Mangrove Dan Arang Kayu Asam Pada Proses Perlakuan Carburizing Terhadap Sifat Mekanik Baja Karbon ST-37. *JURNAL FLYWHEEL*, 12(2), 30-37..
- [12] Fatih, Abduh Muhammad. Pengaruh Variasi Suhu Tempering Yang Diikuti Proses Peening Dan Dichelup Pada Campuran Air Dan Garam Terhadap Struktur Mikro Dan Sifat Mekanik Pada Baja SM490 Yang Digunakan Pada Underframe Kereta Api. Diss. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2018.