Pengaruh Variasi Suhu pada Perlakuan Carburizing Baja Aisi 1042 terhadap Pengujian Mekanik dan Struktur Mikro

Aditya Naufal Ramadhani [1]✉, Eko Yohanes Setyawan[2], Tito Arif Sutrisno [3]

[1,2,3] Prodi S1 Institut Teknologi Nasional Malang
Jl. Sigura - Gura No.2, Sumbersari, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 65152
✉*Corresponding author*: adityanaufal217@gmail.com
Diterima Redaksi : 10 Januari 2025
Selesai Revisi : 3 Mei 2025
Diterbitkan Online : 22 Mei 2025

Abstract

Carburizing is a process of adding carbon to the surface of a material by heating the workpiece in an environment rich in active carbon, causing carbon to diffuse into the steel's surface. This research investigates the carburizing process of AISI 1042 steel using alumina powder as a medium, examining the effect of temperature variations on its microstructure, hardness, and impact properties. Alumina powder is a wear-resistant ceramic material, widely used in the thermal spraying industry and in producing wear-resistant textile machine components. The temperature variations used were 700ºC, 800ºC, and 900ºC. The microstructure test results showed that the higher the applied temperature, the higher the pearlite content. The hardness value obtained at the 900ºC variation reached 755.86 HV, indicating a greater increase compared to the initial condition of the raw material. Similarly, the impact test results proved that the higher the temperature used, the lower the resulting impact value.
Keywords**:** *Carburizing; AISI 1042 Steel; Alumina Powder; Hardness; Impact.*

Abstrak

Carburizing adalah proses menambahkan karbon ke permukaan benda yang dilakukan dengan memanaskan benda kerja dalam lingkungan yang banyak mengandung karbon aktif, sehingga karbon berdifusi masuk ke permukaan baja. Penelitian mengenai Proses karburisasi baja AISI 1042 menggunakan media serbuk alumina dengan variasi suhu terhadap pengujian struktur mikro, kekerasan dan impak tentu sangat menarik. Serbuk Alumina adalah salah satu media karburasi yang dapat digunakan dalam proses carburizing. Serbuk alumina adalah bahan keramik tahan aus, dan banyak digunakan dalam industri penyemprotan termal dan dalam memproduksi komponen mesin tekstil yang tahan aus. Pengaruh variasi suhu pada perlakuan carburizing pada baja aisi 1042 terhadap pengujian struktur mikro, kekerasan dan impak. Variasi suhu yang digunakan yaitu 700ºC, 800ºC, dan 900ºC. Hasil pengujian struktur mikro dapat dijelaskan Semakin tinggi suhu yang berikan maka semakin tinggi kandungan perlitnya. Nilai kekerasan yang diperoleh pada variasi suhu 900ºC mencapai 755,86 HV, yang menunjukkan peningkatan yang lebih besar dibandingkan dengan kondisi awal bahan baku/raw material. Begitupun dengan hasil uji impak membuktikan bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan maka semakin rendah harga impact yang di hasilkan
Kata kunci: Carburizing; ; AISI 1042; Serbuk Alumina; Kekerasan; Impak.

1. Pendahuluan

Logam membutuhkan proses pengolahan yang memperhatikan sifat yang dimiliki dengan menggunakan metode pengerjaan untuk memperoleh logam yang sesuai dengan bahan komponen yang diinginkan [1]. Setiap bahan memiliki sifat yang berbeda, sifat bahan yang dimaksud pada logam adalah sifat fisis yang mencangkup kondisi fisik, komposisi, dan struktur

mikro sedangkan sifat mekanis, yang mencangkup kekuatan tarik, modulus elastisitas, kemampuan muai, kekuatan tekan, kekuatan toris, kekerasan serta kegetasan [2].
Carburizing adalah proses menambahkan karbon ke permukaan benda yang dilakukan dengan memanaskan benda kerja dalam lingkungan yang banyak mengandung karbon aktif, sehingga karbon berdifusi masuk ke permukaan baja. Pada temperatur carburizing, media karbon terurai menjadi CO yang selanjutnya terurai menjadi karbon aktif yang dapat berdifusi masuk ke dalam baja dan meningkatkan kadar karbon pada permukaan baja [3]. Baja AISI 1042 adalah jenis baja konstruksi, baja ini mempunyai kandungan karbon (C) 0,40-0,47%, jadi termasuk dalam baja karbon sedang. Metoda penambahan karbon padat merupakan cara yang paling sederhana untuk meningkatkan kualitas baja AISI 1042 [4].
Penelitian mengenai Proses karburisasi baja AISI 1042 menggunakan media serbuk alumina dengan variasi suhu terhadap pengujian struktur mikro, kekerasan dan impak tentu sangat menarik. Pada waktu 60 menit, ini merupakan waktu yang cukup untuk dilakukan proses karburisasi. Variasi suhu yang diterapkan juga penting karena mempengaruhi efektivitas penyerapan karbon pada baja. Dengan menggunakan variasi suhu, mungkin akan terjadi peningkatan dalam penyerapan karbon [5].
Pengaruh variasi suhu pada perlakuan carburizing pada baja aisi 1042 terhadap pengujian struktur mikro, kekerasan dan impak menjadi penting untuk memahami pengaruh parameter-proses terhadap kekerasan permukaan dan ketahanan aus baja tersebut [6]. Dengan memahami hubungan antara variabel-variabel tersebut, dapat dikembangkan parameter proses yang optimal untuk mencapai sifat-sifat mekanis yang diinginkan pada komponen-komponen yang dibuat dari baja AISI 1042. Berdasarkan latar belakang diatas maka penulis menetapkan topik makalah yang berjudul “Pengaruh Variasi Suhu Pada Perlakuan Carburizing Baja Aisi 1042 Terhadap Pengujian Mekanik Dan Struktur Mikro”. Dengan adanya penelitian ini dapat menghasilkan data yang optimal.

2. Metode Penelitian

Tempat pelaksanaan penelitian ini berlokasi di Gedung Mesin ITN tepatnya di Laboraturium Material ITN Malang. Waktu penelian pada tanggal 12 Juli 2024. Pengujian Struktur Mikro, Vickers dan Impak Dilakukan Di Institut Teknologi Nasional Malang tepatnya Di Gedung Mesin Laboraturium Material.
Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi Fluidized Bed Furnace sebagai tempat proses surface hardening berupa carburizing pada material baja AISI 1042 yang akan dilakukan penelitian, Seling yang berfungsi untuk mengangkat spesimen setelah dilakukan proses carburizing, Mesh sebagai alat untuk menyaring pasir alumina agar didapat sesuai dengan ukuran yang diinginkan, Jangka sorong sebagai alat ukur dalam proses pembuatan specimen dan bahan yang digunakan meliputi baja AISI 1042 dengan ukuran sesuai standar ASTM E407, ASTM E384, dan ASTM E23.
Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini, peneliti menggunakan metode kuantitatif yang merupakan pendekatan penelitian yang bertujuan untuk menguji hipotesis yang telah dirumuskan. Hipotesis ini merupakan suatu penyataan yang akan di uji tentang kebenarannya. Penelitian yang di ambil penulis adalah pengaruh suhu pada carburizing terhadap baja dengan media serbuk alumina yang ada di Indonesia dengan variasi suhu yaitu (700ºC, 800ºC dan 900ºC) yang akan di uji dalam waktu 60 menit setiap variasi suhu yang digunakan.
Prosedur penelitian ini dengan melalui pengumpulan referensi yang berkaitan dengan topik ini, dan juga ada beberpa bersunber di perpustakaan Institut Teknologi Nasional Malang, perpustakaan online dan buku-buku yang berkaitan dengan carburizing. Langkah ini di anggap sangat penting sebagai dasar dari penelitian agar dapat memperoleh landasan teoritis, serta membentuk asusmsi awal. Hal ini penting agar dapat membedakan dan menggunakan literatur

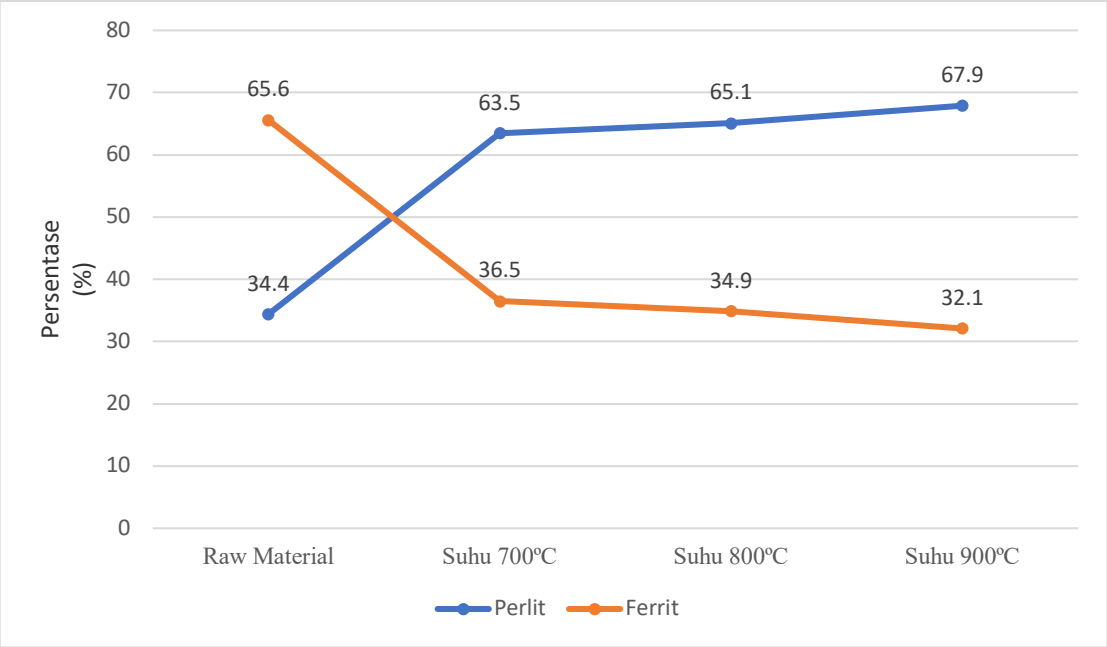
yang relavan dalam bidangnya. Berikut adalah rumus perhitungan yang digunakan untuk mengetahui hasil dari proses carburizing pada baja AISI 1042

3. Hasil dan Pembahasan

Berikut adalah hasil pengolahan data pengujian Struktur mikro yang di lakukan di Laboraturiun Institut Teknologi Nasional Malang yang ditunjuk pada table 1. Lalu di olah menjadi sebuah grafik yang di tunjuk pada gambar 1 berikut tabel hasil pengujian struktur mikro.

Tabel 1. Tabel pengujian struktur mikro

Variasi Suhu	Ferrit	Perlit
Raw Material	65,603%	34,397%
Suhu 700ºC	36,457%	63,543%
Suhu 800ºC	34,863%	65,137%
Suhu 900ºC	32,140%	67,860%



Gambar 1. Grafik fasa ferit dan perlit

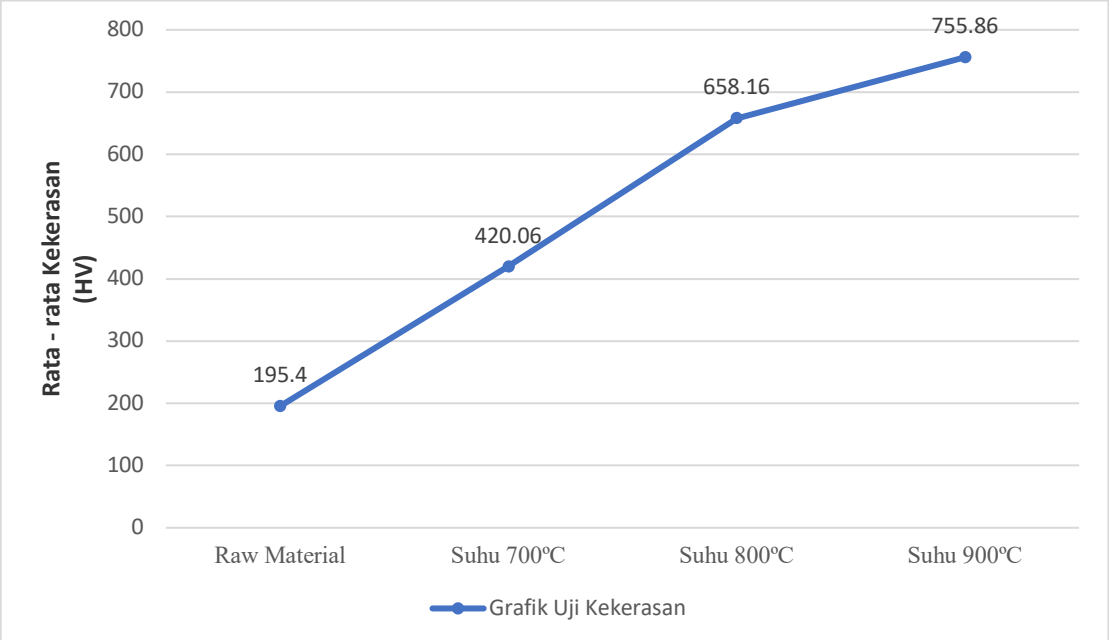
Dari gambar struktur mikro spesimen dengan variasi suhu 700ºC, 800ºC, dan 900ºC, perlit ditunjukkan dengan garis yang berwarna biru dan ferrit ditunjukkan dengan garis yang berwarna kuning. Luasan daerah perlit dan ferrit kemudian dihitung oleh program dan didapatkan hasil yang disajikan pada tabel 1. Dari tabel 1 dapat disimpulkan bahwa meningkatnya suhu akan menyebabkan berkurangnya nilai ferrit yang ada pada spesimen.
Hasil fasa ferit dan fasa perlit pada pengujian struktur mikro dengan variasi suhu saat carburizing menjelaskan bahwa hasil pengujian mikrostruktur substrat adalah ferit dan perlit, tetapi struktur mikro material setelah proses pack carburizing adalah sama yaitu ferit dan perlit [7]. Peningkatan fasa perlit dengan variasi suhu saat carburizing selaras dengan penelitian Rizki dan Sunyoto (2022) yang menjelaskan bahwa, pada pengujian struktur mikro terjadi

perubahan struktur ferrite menjadi struktur pearlite yang cukup signifikan, dengan suhu 960ºC menghasilkan struktur pearlite lebih mendominasi daripada raw material yang menghasilkan struktur ferrite [8]. Dengan demikian semakin tinggi temperatur yang digunakan pada metode pack carburizing, maka nilai kekerasan pada permukaan baja semakin tinggi, dan struktur mikro yang dihasilkan lebih mendominasi struktur pearlite sebagai unsur keras daripada ferrite sebagai unsur lunak.

Berikut adalah hasil pengolahan data pengujian Vickers yang di lakukan di Laboraturiun Institut Teknologi Nasional Malang yang ditunjuk pada table 2. Lalu di olah menjadi sebuah grafik yang di tunjuk pada gambar 2 berikut Tabel Hasil Pengujian Kekerasan (Vickers)

Tabel 2. Data pengujian Kekerasan (Vickers)

Variasi Suhu	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Nilai Rata – rata Kekerasan (HV)
Raw Material	193,8	193	199,4	195,4
Suhu 700ºC	434,9	413,8	411,5	420,06
Suhu 800ºC	618,4	678,8	677,3	658,16
Suhu 900ºC	760,9	762,8	743,9	755,86



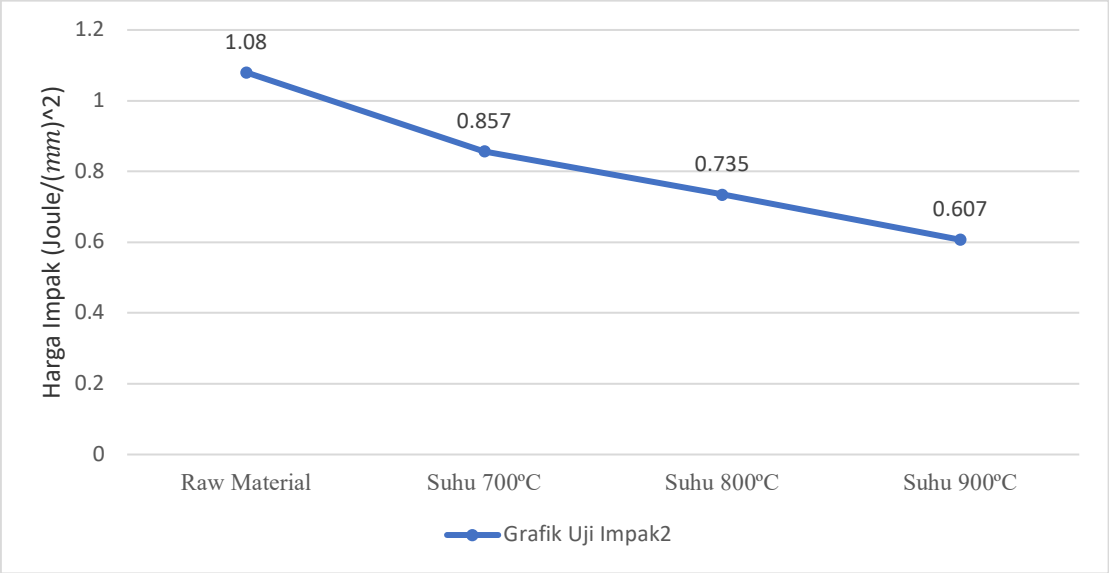
Gambar 2. Grafik rata – rata hasil uji kekerasan (Vickers

Dari proses perlakuan panas carburizing selama 60 menit dengan variasi suhu 700ºC, suhu 800ºC suhu 900ºC pada fluidized bed furnance, maka didapatkan data kekerasan yang bertujuan untuk mengetahui nilai kekerasan pada spesimen 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.

Peningkatan kekerasan dengan variasi suhu saat carburizing selaras dengan Istaqliyah dkk (2021) menjelaskan bahwa semakin tinggi suhu dan lama waktu penahanan yang diberikan akan semakin mempengaruhi tingkat kekerasan pada specimen [9]. Peningkatan kekerasan dengan variasi suhu saat carburizing selaras dengan Mahardika dkk, (2022) yang menjelaskan bahwa semakin tinggi suhu pemanasan (pada batas suhu), maka akan semakin tinggi pula penetrasi karbon ke baja. Semakin tinggi suhu pada saat carburizing, maka semakin banyak butir perlit yang tumbuh dan menyebabkan nilai kekerasan meningkat [10].

Tabel 3. Tabel Pengujian Impak Charpy

No	P (mm)	L (mm)	t (mm)	h (mm)	T (ºC)	A (mm^2)	Sudut Awal	Sudut Akhir	Energi Actual (Joule)	Harga Impak (Joule/mm^2)	Rata – Rata Harga Impak	Kode Spesimen Uji
1	55.00	10	10	2	28	80	120	89,00	86,44	1,080	1,080	Raw
2	55.00	10	10	2	28	80	120	95,00	68,96	0,862		700(1)
3	55.00	10	10	2	28	80	120	95.20	68,38	0,854	0,857	700(2)
4	55.00	10	10	2	28	80	120	95,15	68,53	0,856		700(3)
5	55.00	10	10	2	28	80	120	98,12	59,93	0,749		800(1)
6	55.00	10	10	2	28	80	120	98,30	59,41	0,742	0,735	800(2)
7	55.00	10	10	2	28	80	120	99,05	57,25	0,715		800(3)
8	55.00	10	10	2	28	80	120	102,10	48,51	0,606		900(1)
9	55.00	10	10	2	28	80	120	101,85	49,22	0,615	0,607	900(2)
10	55.00	10	10	2	28	80	120	102,20	48,22	0,602		900(3)



Gambar 3. Grafik Pengujian Impak Charpy

Berdasarkan grafik pada gambar 3, mengindikasikan bahwa spesimen yang telah diberi suhu tetentu akan berpengaruh terhadap harga impak. Pada spesimen tanpa perlakuan harga impak yang didapat akan cukup besar, menurut hasil perbandingan antara spesimen yang lain, spesimen ini memiliki harga impak paling besar. Berdasarkan grafik rata-rata hasil uji impak yang ditampilkan, terlihat bahwa nilai ketangguhan material mengalami penurunan seiring dengan peningkatan suhu perlakuan panas. Pada kondisi awal (raw material), nilai impak tertinggi diperoleh sebesar 1,08 Joule/mm², menunjukkan bahwa material dalam keadaan awal memiliki ketangguhan yang paling baik terhadap beban kejut. Setelah mengalami perlakuan panas pada suhu 700°C, nilai impak menurun menjadi 0,857 Joule/mm², kemudian terus menurun menjadi 0,735 Joule/mm² pada suhu 800°C, dan mencapai nilai terendah sebesar 0,607 Joule/mm² pada suhu 900°C.

Penurunan nilai impak ini mengindikasikan bahwa kenaikan suhu perlakuan menyebabkan berkurangnya kemampuan material dalam menyerap energi sebelum patah. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh terjadinya perubahan struktur mikro, di mana butir-butir kristal pada material mengalami pertumbuhan (grain growth) seiring meningkatnya suhu. Pertumbuhan butir yang lebih besar cenderung mengurangi jumlah batas butir yang berfungsi sebagai penghalang propagasi retak, sehingga material menjadi lebih getas dan memiliki ketangguhan impak yang lebih rendah.

Selain itu, pada suhu tinggi dapat terjadi proses oksidasi dan presipitasi fasa keras tertentu yang meningkatkan kekerasan tetapi menurunkan ketangguhan. Oleh karena itu, grafik ini menunjukkan bahwa meskipun perlakuan panas dapat mempengaruhi sifat mekanik material, pada rentang suhu 700–900°C terjadi penurunan signifikan pada kemampuan material menyerap energi impak, menandakan bahwa material menjadi lebih rapuh.

Temperatur yang diberikan saat carburizing terhadap spesimen penguji memberikan pengaruh yang cukup membuat spesimen uji menjadi lebih getas. Berdasarkan uraian diatas diketahui bahwa pengaruh temperatur terhadap energi impak menunjukan energi yang diserap oleh spesimen uji semakin kecil, jika temperaturnya dinaikan serta memberikan kegetasan terhadap spesimen uji sesuai temperatur yang diberikan. Semakin besar beban yang diberikan, maka energi impak semakin kecil yang dibutuhkan untuk mematahkan spesimen, dan demikian pun sebaliknya. Hal ini diakibatkan karena suatu material akan lebih mudah patah apabila dibebani oleh gaya yang sangat besar. Dari pengujian uji impak yang telah dilakukan maka didapat jenis atau klasifikasi patahan, jenis patahan yang didapat pada pengujian impak kali ini adalah patahan getas dan patahan ulet.

Temperatur yang diberikan terhadap spesimen penguji memberikan pengaruh yang cukup membuat spesimen uji menjadi lebih getas dan bila temperatur yang diberikan kepada spesimen uji semakin tinggi maka spesimen uji tersebut semakin getas sesuai dengan temperatur yang diberikan dengan spesimen uji [11]. Penurunan harga impak setelah carburizing selaras dengan hasil penelitian Reza dkk (2022) yang menjelaskan bahwa spesimen yang telah melalu proses carburizing mengalami penurunan nilai impact dari spesimen raw material [12]. Rangkaian hasil penelitian berdasarkan urutan/susunan logis untuk membentuk sebuah penjelasan. Isi bab hasil dan pembahasan menunjukan fakta/data dan jangan diskusikan hasilnya. Dapat menggunakan Tabel dan Angka tetapi tidak menguraikan secara berulang terhadap data yang sama dalam gambar, tabel dan teks. Untuk lebih memperjelas uraian, dapat mengunakan sub judul. Hindari pengulangan penjelasan yang terlalu mendetail.

4. Kesimpulan

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

Proses karburisasi pada baja AISI 1042 menggunakan media pasir alumina dengan variasi suhu 700ºC, 800ºC dan 900ºC dapat mempengaruhi kandungan ferrit dan perlit. Semakin tinggi suhu yang berikan maka semakin tinggi kandungan perlitnya. Peningkatan ini terjadi seiring dengan variasi suhu selama proses carburizing berlangsung.

Dari berbagai variasi suhu, suhu 900ºC memberikan hasil yang paling signifikan dalam meningkatkan kekerasan material. Nilai kekerasan yang diperoleh pada variasi suhu 900ºC mencapai 755,86 HV, yang menunjukkan peningkatan yang lebih besar dibandingkan dengan kondisi awal bahan baku/raw material.

Dari berbagai variasi suhu yang digunakan, dapat mengetahui harga impact yang paling rendah pada variasi suhu 900ºC yaitu 0,607 joule/mm^2. Hal ini membuktikan bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan maka semakin rendah harga impact yang di hasilkan.Sebutkan hasil utama dari penelitian. Kesimpulan ditulis dalam bentuk paragraf, bukan point per point. Isi kesimpulan

menyebutkan dengan jelas dan ringkas hasil utama penelitian, serta rekomendasi untuk penelitian lanjutan. Hindari pengulangan penjelasan yang terlalu mendetail.

Daftar Pustaka

[1] H. Kurnia, A. D. Wahyuni, N. Adistyani, and A. A. Sulaeman, "Penggunaan Material Logam di Berbagai Industri Manufaktur Indonesia: Sistematik Kajian Literatur," *Ind. Xplore*, vol. 8, no. 1, pp. 220–228, 2023.

[2] P. B. Widjanarko, *Mengenal Lebih Dekat Tekhnologi Nano: Pengetahuan untuk Pemula*. Penerbit P4I, 2022.

[3] M. A. Rizki, M. Razi, and B. BUKHARI, "pengaruh proses pack carburizing dengan variasi temparatur dan karbon aktif terhadap kekerasan permukaan baja aisi 1020," *J. Mesin Sains Terap.*, vol. 6, no. 2, pp. 63–67, 2022.

[4] A. D. B. Luisetiawan, "Analisis Variasi Holding Time dan Media Pendingin pada Baja Aisi 1042 terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro," 2022.

[5] B. Tarigan and A. Sentana, "Pengaruh Waktu dan Temperatur Karbusasi Baja Karbon Rendah dengan Media Arang Batok Kelapa (Effect of Time and Temperature Carburizing of Low Carbon Steel with Coconut Charcoal media)," in *Seminar Nasional Teknoin 2012*, 2012, p. 63.

[6] E. Y. Setyawan and T. A. Sutrisno, "Analisa Pengaruh Carburizing Baja AISI 1042 Menggunakan Media Serbuk Alumina Pada Temperatur 800^0C Dengan Menggunakan Variasi Holding Time," *J. Mesin Mater. Manufaktur dan Energi*, vol. 4, no. 2, pp. 73–81, 2024.

[7] R. Putranta, "Analysis of The Effect of Heating and Cooling Media Temperature Variations on The Carburizing Process to Testing Hardness and Micro Structure on Low Carbon Steel," 2022, *Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya*.

[8] M. R. Ramadhan and S. Sunyoto, "Pengaruh Temperatur Pada Pack Carburizing Menggunakan Campuran Arang Tempurung Kelapa Dan Arang Bambu Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja EMS 45," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 17, no. 3, pp. 527–534, 2022.

[9] H. Istiqlaliyah and F. Rhohman, "Pengaruh Variasi Temperatur Annealing Terhadap Kekerasan Sambungan Baja ST 37," *J. Tek. mesin*, vol. 5, no. 4, pp. 137–142, 2016.

[10] M. Mahardika, M. Razi, and N. Nurlaili, "Pengaruh Variasi Temperatur dan Media Pendingin Pada Baja AISI 1050 Mengunakan Arang Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Media Pack Carburizing," *J. Mesin Sains Terap.*, vol. 7, no. 2, pp. 82–87, 2023.

[11] J. F. Saragi, A. B. Pratama, E. P. D. Boangmanalu, and F. T. H. Sinaga, "Pengaruh Temperatur terhadap Kekuatan Impak pada Material Besi Nako 10 mm," *J. MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, vol. 4, no. 1, pp. 45–51, 2023.

[12] M. Ariefien, "KARAKTERISASI PROSES KARBURISASI BAJA AISI 1020 MENGGUNAKAN LIMBAH SERBUK FOTOCOPY DENGAN SUHU 700℃ DAN ARANG BATOK KELAPA TERHADAP VARIASI LAJU ALIRAN GAS," 2024, *Institut Teknologi Nasional Malang*.