

PROSES KARBURASI PADAT PADA BAJA KARBON RENDAH DENGAN TEMPERATUR 900°C, 1000°C, DAN 1100°C

Helanianto¹, Hairian Rahmadi²

^{1,2}Pemeliharaan Mesin Politeknik Negeri Ketapang

Email: helanianto@yahoo.com¹, hairian465@yahoo.com²

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of temperature on the solid carburizing on increasing the hardness value of ST37 steel. This solid carburizing uses temperature variations of 900°C, 1000°C and 1100°C, with a holding time of 30 minutes. The material used is a mixture of CaCO₃ and coconut shell charcoal with mineral water as a cooling medium. The test carried out was the Rockwell hardness test which was carried out in the Mechanical Engineering Materials Testing Lab of Politeknik Negeri Ketapang. From the test results for ST37 steel, the average hardness obtained in the raw material = 48.3 HRB, then in each carbonation treatment at a temperature of 900°C = 48.6 HRB, a temperature of 1000°C = 48.9 HRB, a temperature of 1100°C = 49.1 HRB. Carburized steel plates with a temperature of 900°C, 1000°C and 1100°C the test results are harder than the raw material.

Keywords: temperature, solid carburizing, hardness

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh temperatur pada karburasi padat terhadap peningkatan nilai kekerasan baja ST37. Karburasi padat ini menggunakan variasi temperatur 900°C, 1000°C, dan 1100°C, dengan waktu tahan selama 30 menit. Bahan yang digunakan adalah campuran CaCO₃ dan arang tempurung kelapa dengan media pendingin air mineral. Pengujian yang dilakukan adalah uji kekerasan *Rockwell* yang dilakukan di lab Uji Bahan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ketapang. Dari hasil pengujian baja ST37 rata-rata kekerasan yang didapat pada *raw material* = 48.3 HRB, kemudian pada masing-masing perlakuan pengarbonan pada suhu 900°C = 48.6 HRB, suhu 1000°C = 48.9 HRB, suhu 1100°C = 49.1 HRB. Pelat baja yang dikarburasi dengan suhu 900°C, 1000°C, dan 1100°C hasil uji nya lebih keras dibandingkan dengan *raw material*.

Kata kunci: temperatur, karburasi padat, kekerasan

Diterima Redaksi: 27-03-2023 | Selesai Revisi: 04-05-2023 | Diterbitkan Online: 06-05-2023

1. Pendahuluan

1.1 Baja Karbon

Baja merupakan paduan yang terdiri dari unsur utama besi (Fe) dan karbon (C), serta unsur-unsur lain, seperti : Mn, Si, Ni, Cr, V dan lain sebagainya yang tersusun dalam prosentase yang sangat kecil. Dan unsur-unsur tersebut akan berpengaruh terhadap mutu dari baja tersebut. Pada baja karbon rendah mempunyai kandungan karbon % C < 0,3 %. Sifat kekerasannya relatif rendah, lunak dan keuletannya tinggi. Baja karbon rendah biasanya digunakan dalam bentuk pelat, profil, sekrup, ulir dan baut.

Baja paling banyak digunakan dibidang teknik dalam bentuk pelat, pipa, batang, profil dan sebagainya. Secara garis besar baja dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu baja karbon dan baja paduan. Baja karbon terbagi menjadi

tiga macam yaitu : Baja karbon rendah (=0.25 %C), baja karbon sedang (0.25–0.55 %C), baja karbon tinggi (=0.55 %C). Sedangkan baja paduan terdiri dari baja paduan rendah dan baja paduan tinggi [2].

Ada beberapa hal yang membuat bahan ini banyak digunakan oleh manusia, antara lain karena : Jumlahnya yang cukup melimpah di alam ini, besi yang terdapat di alam biasanya masih berupa bijih besi atau besi murni, mempunyai sifat mekanik yang baik (kekuatan dan keuletan), mudah dikerjakan baik dengan forming maupun machine sehingga bisa dibuat sesuai keinginan manusia, harganya relatif murah.

Baja biasanya mengandung beberapa unsur paduan. Unsur yang paling dominan pengaruhnya terhadap sifat-sifat baja adalah unsur karbon, meskipun unsur-unsur lain tidak

bisa diabaikan begitu saja. Besar kecilnya persentase unsur karbon akan berdampak pada sifat mekanik dari baja tersebut, misalnya dalam hal kekerasan, keuletan, maupun bentuk dan sifat-sifat mekanik lainnya. Tingkat kekerasan baja karbon tergantung pada kandungan karbon yang terdapat didalamnya.

1.2. Pengerasan Permukaan Baja (*Steel Surface Hardening*)

Kekerasan adalah salah satu sifat mekanik dari baja yang berkaitan dengan ketahanan aus. Selama ini sering dijumpai komponen-komponen yang mengalami gesekan terus-menerus dalam fungsi kerjanya, sehingga cepat mengalami keausan. Komponen-komponen itu antara lain roda gigi, piston dan poros.

Komponen-komponen tersebut kerjanya bersinggungan dengan komponen lain, sehingga permukaannya akan mengalami keausan dan menyebabkan komponen tersebut mudah rusak. Untuk mengatasi hal ini maka perlu dilakukan suatu proses yang berguna untuk mengeraskan permukaan komponen sehingga tahan terhadap gesekan.

Pengerasan permukaan dilakukan dengan 2 cara yaitu seluruh permukaan dikeraskan atau sebagian saja dari permukaan yang dikeraskan.

Tujuan pengerasan permukaan secara umum adalah memperbaiki ketahanan aus dan ketahanan korosi. Pengerasan permukaan pada baja meliputi dua jenis yaitu *Induction Hardening* dan *Thermo Chemical Treatment*. Prinsip kerja *Induction Hardening* adalah memanaskan permukaan baja hingga temperatur *austenit* yang sesuai dengan baja yang bersangkutan, kemudian disemprotkan pendingin sehingga permukaan menjadi keras. Prinsip kerja dari *Thermo Chemical Treatment* dengan sistem difusi, yaitu suatu cara untuk mengubah sifat-sifat permukaan substrat, maka dibutuhkan bahan tambah dari luar dan bahan tambahan tersebut akan terdifusi ke permukaan substrat. *Thermo Chemical Treatment* dilakukan terhadap baja yang mempunyai kadar karbon di bawah 0,3%. Kadar karbon ini tidak memungkinkan terjadinya fasa martensit yang keras.

1.3. *Carburizing*

Carburizing adalah suatu proses penambahan kadar karbon pada permukaan baja yang dilakukan dengan cara memanaskan baja dalam lingkungan yang banyak mengandung unsur karbon aktif. Berdasarkan medianya, proses *carburizing* dikelompokkan atas tiga jenis yaitu proses *solid* atau *pack carburizing*, proses *liquid carburizing* dan proses *gas carburizing*. Proses *pack carburizing* atau pengarbonan padat didefinisikan sebagai proses pelapisan permukaan baja dengan karbon padat pada temperatur tinggi (850°C-950°C).

Pada proses pengarbonan padat, spesimen ditempatkan ke dalam kotak yang berisi media karburasi, kemudian dipanaskan pada suhu austenitasi sehingga media penambah unsur karbon saat pemanasan akan mengeluarkan gas CO₂ dan CO. Gas CO ini bereaksi dan terurai pada permukaan baja karbon rendah membentuk atom karbon yang kemudian berdifusi ke permukaan baja, sehingga kadar karbon pada permukaan baja akan meningkat. Media karburasi berasal dari kokas, briket batu bara, arang kayu dan arang tempurung kelapa. Untuk memperoleh hasil yang maksimal maka media karburasi ditambahkan dengan zat pengaktif karbon (*energizer*) antara lain berupa barium karbonat (BaCO₃), kalsium karbonat (CaCO₃) dan Natrium karbonat (Na₂CO₃), penambahan *energizer* mencapai 10-40% berat media karburasi.

Salah satu proses perlakuan panas untuk mengeraskan permukaan logam adalah dengan karburisasi. Perlakuan panas meliputi proses deformasi yang dilaksanakan dibawah kondisi suhu dan laju regangan tertentu sedemikian hingga proses pemulihan terjadi bersamaan dengan proses deformasi sehingga dapat dicapai regangan yang tinggi tanpa pengerasan regangan yang berarti. Pengerjaan panas juga mempercepat proses-proses difusi. Dua contoh penerapan yang penting adalah menghilangkan ketidak homogenan komposisi seperti struktur pengintian, dengan pengerjaan panas dan pengasaran struktur fase kedua [3].

Sedangkan Karburisasi adalah proses perlakuan panas dengan penambahan kandungan karbon pada permukaan logam.

Untuk mendapatkan struktur mikro dan sifat yang diinginkan pada logam tersebut dapat diperoleh melalui proses pemanasan dan pendinginan pada temperatur tertentu.

Karburasi atau *carburizing* adalah proses pemberian atau penambahan kandungan karbon yang lebih banyak pada bagian permukaan dibandingkan dengan dinding bagian dalam, sehingga kekerasan permukaannya lebih meningkat. Sedangkan pada bagian dalamnya diharapkan masih memiliki keuletan dan keliatan [3].

Seiring dengan penambahan temperatur saat proses karburasi dengan peningkatan temperatur dan juga dengan media pendinginan asam cuka dapat menambah kekerasan yang spesifik dan nilai kekerasan permukaan lapisan akan semakin tinggi dari hasil penelitian karburasi didapatkan kandungan karbon dalam presentase massa maupun atom [1].

1.4. Quenching

Quench (celup cepat) adalah salah satu perlakuan panas dengan laju pendinginan cepat yang dilakukan dalam suatu media pendingin misal air atau oli. Untuk memperoleh sifat mekanik yang lebih keras. Untuk baja karbon rendah dan baja karbon sedang, lazim dilakukan pencelupan dengan air. Untuk baja karbon tinggi dan baja paduan biasanya digunakan minyak sebagai media pencelupan, pendinginannya tidak secepat air.

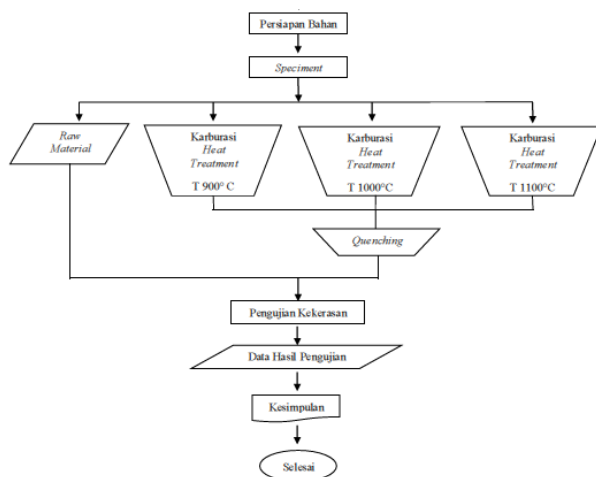
Tersedia berbagai jenis minyak, seperti minyak mineral dengan kecepatan pendinginan yang berlainan sehingga dapat diperoleh baja dengan berbagai tingkat kekerasan. Untuk pendinginan yang cepat dapat digunakan air garam atau air yang disemprotkan. Beberapa jenis logam dapat dikeraskan melalui pendinginan udara terlalu lambat. Benda yang agak besar biasanya dicelup dalam minyak. Suhu media celup harus merata agar dapat dicapai pendinginan yang merata pula. Media pendinginan yang digunakan dalam produksi harus dilengkapi dengan perlengkapan pendinginan.

Dari paparan-paparan yang telah disampaikan diatas maka sangatlah menarik untuk diteliti terkait pengaruh temperatur *heat*

treatment yaitu 900°C, 1000°C, 1100°C pada proses karburasi padat dengan waktu penahanan 30 menit, yang diikuti *quench* (air) terhadap kekerasan baja ST37.

2. Metode Penelitian

Proses perlakuan panas (*Heat Treatment*) pada material dengan temperatur 900°C, 1000°C, dan 1100°C. Dimana tahap awal untuk melakukan proses pemanasan ialah menghidupkan panel alat *furnace*, yang kemudian diikuti dengan penempatan specimen uji pada *furnace*, selanjutnya melakukan *setting* temperature yang diinginkan beserta waktu tahan, dan alat siap untuk *start*. Pada saat timer berakhir pintu *furnace* dibuka, yang diikuti dengan laminasi serbuk karburasi dan dilanjutkan pendinginan air (*quenching*). Tahapan tersebut dilakukan sesuai grafik pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Proses Penelitian

Selanjutnya specimen dilakukan pengujian dengan pemberian beban awal 10 kgf pada *Raw Material* sebelum diberi beban utama 100 kgf. Pemberian beban awal pada material sebesar 10 kgf diikuti waktu tahan selama 5 detik yang di *setting*. Saat proses penekanan berlangsung pastikan benda uji ini benar – benar dalam posisi yang *center* dan tidak bergerak, karena jika tidak maka kondisi tersebut menyebabkan angka pengukuran berubah pada saat penekanan dengan mesin *universal hardness testing*. Indikator yang terbaca pada mesin

ditunjukkan pada angka yang berwarna merah oleh jarum pendek dengan satuan HRB seperti diperlihatkan pada Gambar 2 dan posisi pengujian seperti diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 2. Indikator *Hardness*



Gambar 3. Posisi Pengujian

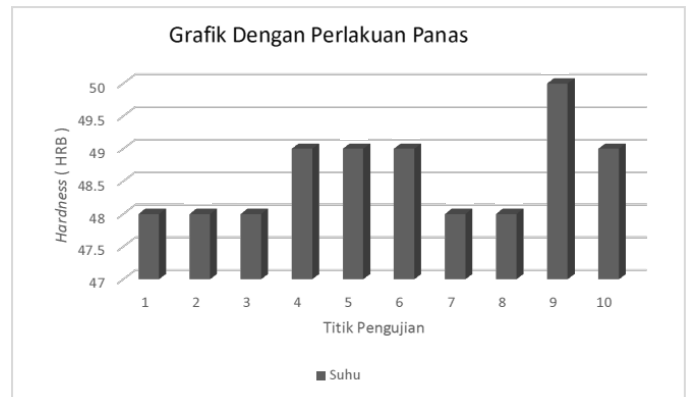
Hasil pengujian ditampilkan dalam format tabel sebagai berikut.

Tabel 1. Data pengujian specimen

Titik Uji	Bahan/Specimen	Kekerasan (HRB)
1	XYZ	x
2		x
3		x
4		x
5		x
6		x
7		x

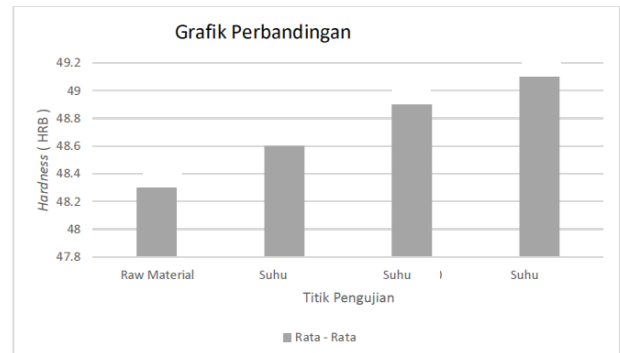
Titik Uji	Bahan/Specimen	Kekerasan (HRB)
8		x
9		x
10		x
Rata-rata	

Dimana data hasil masing-masing specimen uji digrafis sebagai berikut:



Gambar 4. Grafis Uji Spesimen

Selanjutnya rata-rata specimen digrafiskan untuk memperoleh perbandingan antar specimen seperti berikut:



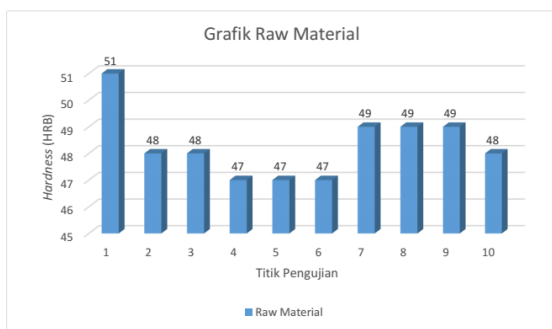
Gambar 5. Grafis Perbandingan Uji Spesimen

3. Hasil dan Pembahasan

Dari beberapa proses pengerjaan maka didapatkan hasil dan perbandingan yang dilakukan pada beberapa percobaan yaitu dengan variasi temperatur *heat treatment* pada hasil proses karburasi padat terhadap baja karbon rendah. Dari percobaan yang dilakukan pada beberapa specimen maka didapatkan hasil dan perbedaan angka kekerasan.

Tabel 2. Pengujian RAW material

Titik	Daerah	Spesimen
		Raw Material
1	Plat Baja Karbon Rendah	51 HRB
2		48 HRB
3		48 HRB
4		47 HRB
5		47 HRB
6		47 HRB
7		49 HRB
8		49 HRB
9		49 HRB
10		48 HRB
Rata - Rata		48.3 HRB

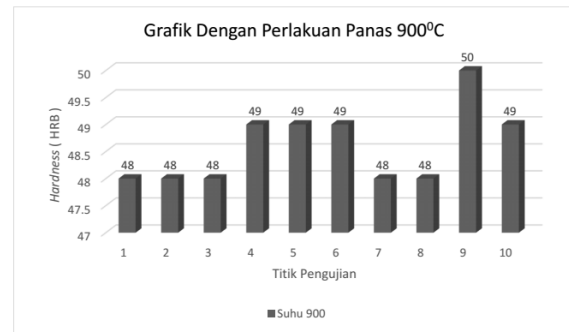


Gambar 6. Grafis Perbandingan RAW Material

Tabel 2 dan gambar 6 diatas memperlihatkan rata-rata pengujian pada Raw material dengan hasil sebagai berikut; 51, 48, 48, 47, 47, 47, 49, 49, 49, 48, dengan rata-rata kekerasan sebesar 48,3 HRB.

Tabel 3. Heatreatment temperature 900°C

Titik	Daerah	Bahan Uji
1	Plat Baja Dengan Suhu 900°C	48 HRB
2		48 HRB
3		48 HRB
4		49 HRB
5		49 HRB
6		49 HRB
7		48 HRB
8		48 HRB
9		50 HRB
10		49 HRB
Rata - Rata		48.6 HRB



Gambar 7. Grafis Perbandingan Suhu 900°C

Berdasarkan Tabel 3 dan gambar 7 diatas memperlihatkan rata-rata pengujian pada perlakuan temperature 900°C yang diikuti karburasi padat dan *quench* dengan hasil sebagai berikut; 48, 48, 48, 49, 49, 49, 48, 48, 50, 49, dengan rata-rata kekerasan sebesar 48,6 HRB.

Tabel 4. Heatreatment temperature 1000°C

Titik	Daerah	Bahan Uji
1	Plat Baja Dengan Suhu 1000°C	49 HRB
2		48 HRB
3		48 HRB
4		48 HRB
5		50 HRB
6		50 HRB
7		49 HRB
8		50 HRB
9		49 HRB
10		48 HRB
Rata - Rata		48.9 HRB

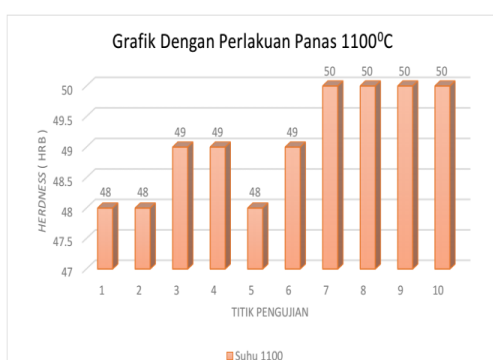


Gambar 8. Grafis Perbandingan Suhu 1000°C

Berdasarkan Tabel 4 dan Gambar 8 diatas memperlihatkan rata-rata pengujian pada perlakuan temperature 1000°C yang diikuti karburasi padat dan *quench* dengan hasil sebagai berikut; 49, 48, 48, 48, 50, 50, 49, 50, 49, 48, dengan rata-rata kekerasan sebesar 48,9 HRB.

Tabel 5. Heat treatment temperature 1100°C

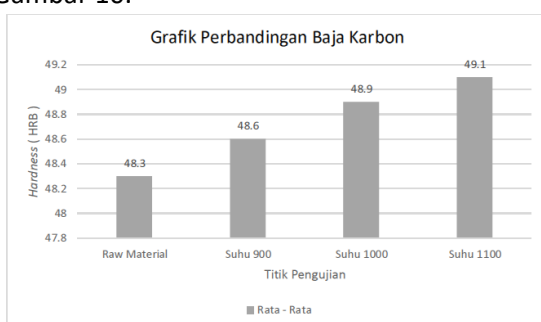
Titik	Daerah	Bahan Uji
1	Plat Baja Dengan Suhu 1100°C	48 HRB
2		48 HRB
3		49 HRB
4		49 HRB
5		48 HRB
6		49 HRB
7		50 HRB
8		50 HRB
9		50 HRB
10		50 HRB
Rata - Rata		49.1 HRB



Gambar 9. Grafis Perbandingan Suhu 1100°C

Tabel 5 dan gambar 9 diatas memperlihatkan rata-rata pengujian pada perlakuan temperature 1100°C yang diikuti karburasi padat dan *quench* dengan hasil sebagai berikut; 48, 48, 49, 49, 48, 49, 50, 50, 50, dengan rata-rata kekerasan sebesar 49,1 HRB.

Jika dibandingkan dari grafik *raw material* diatas maka logam yang diberi perlakuan panas dan pengarbonan (Karburasi) akan mengeras dibandingkan dengan baja yang tidak diberi perlakuan panas (*Raw Material*). Makin besar suhu yang ditingkatkan maka kekerasan baja semakin meningkat seperti terlihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafis Perbandingan Uji Spesimen

Pada Gambar Grafik diatas menunjukkan hasil perbandingan nilai rata – rata *Raw Material* baja karbon rendah yang tidak diberi perlakuan dan baja karbon rendah yang diberi perlakuan panas dengan temperatur 900°C, 1000°C, 1100°C dan waktu tahan (*Holding Time*) selama 30 menit. Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai kekerasan baja karbon yang dipanaskan terus meningkat seiring dengan temperatur yang dipakai pada suhu 900°C = 48.6 HRB, 1000°C = 48.9 HRB dan pada suhu 1100°C = 49.1 HRB sedangkan pada *Raw Material* = 48.3 HRB.

Hal ini membuktikan bahwa proses pengarbonan dan pemanasan berpengaruh pada pengerasan baja. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh [6], meneliti mengenai peningkatan ketahanan aus baja karbon rendah dengan metode *carburizing*. Hasil penelitian menginformasikan bahwa semakin tinggi temperatur proses *carburizing* akan menghasilkan ketahanan aus spesifik yang lebih baik dan pada proses *carburizing* dengan temperatur 950°C yang dilanjutkan dengan proses pengerasan pada temperatur 840°C memberi peningkatan ketahanan aus tertinggi sebesar 83,6% dibandingkan dengan ketahanan aus *raw material*.

Penelitian yang dilakukan oleh [5], menunjukkan bahwa peningkatan temperatur *heat treatment* menyebabkan perbedaan temperatur pada proses pendinginan semakin besar sehingga yang terjadi adalah kecenderungan pendinginan cepat; pendinginan cepat tersebut menyebabkan kekerasan material semakin meningkat. Serta penelitian yang dilakukan oleh [7], telah melakukan penelitian tentang pengaruh komposisi media karburasi serbuk arang kayu – barium karbonat terhadap kekerasan dan keausan baja karbon rendah dan diperoleh hasil bahwa peningkatan suhu karburasi akan meningkatkan kedalaman efektif lapisan karburasi, tetapi peningkatan suhu karburasi akan menurunkan laju keausan.

Penelitian diatas juga sesuai dengan teori yang disampaikan oleh [3] bahwa karburasi atau *carburizing* adalah proses pemberian atau penambahan kandungan karbon yang lebih banyak pada bagian permukaan dibandingkan

dengan dinding bagian dalam, sehingga kekerasan permukaannya lebih meningkat. Sedangkan pada bagian dalamnya diharapkan masih memiliki keuletan dan keliatan. Penelitian ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh [8] dengan judul Pengaruh *Energizer* Pada Proses *Pack Carburizing* Terhadap Kekerasan Cangkul Produksi Pengrajin Pande Besi dia meneliti menggunakan arang tempurung kelapa yang dicampur dengan *energizer* BaCO₃, Na₂CO₃ dan CaCO₃ dengan suhu 980°C, hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa proses karburasi meningkatkan kekerasan cangkul.

4. Kesimpulan

Setelah melakukan karburasi padat pada baja ST37, rata-rata kekerasan yang didapat pada *raw material* = 48.3 HRB, suhu 900°C = 48.6 HRB, suhu 1000°C = 48.9 HRB, suhu 1100°C = 49.1 HRB. Pelat baja yang dikarburasi dengan suhu 900°C, 1000°C, dan 1100°C lebih keras dibandingkan dengan *raw material*. Kekerasan tertinggi terdapat pada pelat yang dikarburasi pada suhu 1100°C dan yang paling rendah terdapat pada suhu 900°C. Dari fenomena ini memperlihatkan bahwa semakin tinggi temperatur karburasi, maka kekerasan material semakin tinggi.

Saran

Perlu memvariasikan lagi temperatur perlakuan agar bisa menjadi referensi yang beragam terkait pengaruh temperatur terhadap kekerasan material. Perlu memepertimbangkan pula terkait variasi waktu dan lama penahanan

material pasca perlakuan *heattreatment* dan karburasi. Lebih memaksimalkan kembali *trimming* saat melakukan percobaan, agar validitas data menjadi lebih baik.

Daftar Pustaka

- [1] Achmady, 2021. Analisa pengaruh peningkatan Temperatur karburasi terhadap peningkatan karbon dan kedalaman pengerasan pada baja baja paduan rendah aisi 4140 dengan media pendingin asam cuka jurnal mesin material manufaktur dan energi (jmmme), Desember 2021, vol 12.
- [2] Davis, Joseph R 1998, *Metal Handbook Desk Edition. ASM International. Second Edition. New York.*
- [3] Dieter, George E. 1993. *Metallurgi Mekanik Edisi Ketiga Jilid Kedua. University of Maryland.*
- [4] Palalo, F., 1995. *Perlakuan Panas Logam, PPPG Teknologi Bandung.*
- [5] Helianto, 2017. Pengaruh Perlakuan Temperatur Pemanasan pada Hasil Pengelasan Metode SMAW Terhadap *Hardness* Logam Induk dan Logam Las, *Jurnal Sistem Teknik Industri*, Vol19.No.1, hal 30-33 ISSN 1411 – 5247 ISSN Online 2527-9408.
- [6] Hamzah, S.M., Iqbal, M., 2008. Peningkatan Ketahanan Aus Baja Karbon Rendah dengan Metode Carburizing, *Jurnal SMARTek*, Vol. 6, pp. 169-175.
- [7] Suryanto, H., 2005, Pengaruh Komposisi Media Karburasi Serbuk Arang Kayu-Barium Karbonat Terhadap Kekerasan dan Keausan Baja Karbon Rendah, Universitas Gadjah Mada.
- [8] Surojo, Eko. Pengaruh Bahan *Energizer* Pada Proses *Pack Carburizing* Terhadap Kekerasan Cangkul Produksi Pengrajin Pande Besi. *Jurnal Teknik Mesin*. Vol.1. halm. 1.