

PENGARUH VARIASI MASSA SERBUK ARANG DAN KALSIUM KARBONAT (CaCO_3) PADA PROSES KARBURASI TERHADAP SIFAT MEKANIK BAJA KARBON SEDANG

M. Junaidi Hakim NST,Perdinan Sinuhaji.,Herli Ginting

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi massa CaCO_3 sebagai energizer pada proses karburasi terhadap sifat mekanik baja karbon sedang. Temperatur yang digunakan dalam proses karburasi berlangsung adalah 950°C dengan waktu tahan selama 3 jam. Dalam proses ini karbon didapat dari arang kayu dibuat menjadi serbuk halus dan digabungkan dengan CaCO_3 sebagai energizernya. Variasi massa kalsium karbonat yaitu 0%, 5%, 10% dan 15% dari berat serbuk arang kayu yang digunakan dalam proses karburasi. Dalam penelitian ini baja akan ditambahkan dengan kalsium karbonat dan serbuk arang kayu yang dipanaskan di dalam furnace dengan suhu 950°C lalu di Quenching. Kemudian dilakukan pengujian kekerasan vickers dan kekuatan tarik. Hasil penelitian kekerasan untuk bahan original atau tanpa perlakuan sebesar $1478,57 \text{ N/mm}^2$ dan kekuatan tarik $477,905 \text{ N/mm}^2$. Sebelum proses Quenching nilai kekerasan untuk sampel 5%, 10%, 15% sebesar $967,52 \text{ N/mm}^2$, $953,113 \text{ N/mm}^2$, $963,644 \text{ N/mm}^2$ dan sesudah di Quenching nilai kekerasan sebesar $1585,307 \text{ N/mm}^2$, $2143,142 \text{ N/mm}^2$, $1883,442 \text{ N/mm}^2$. Untuk nilai kekuatan tarik sebelum Quenching untuk sampel 5%, 10%, 15% adalah $465,625 \text{ N/mm}^2$, $541,3 \text{ N/mm}^2$, $492,535 \text{ N/mm}^2$. Dan sesudah di Quenching $502,285 \text{ N/mm}^2$, $541,3 \text{ N/mm}^2$, $501,31 \text{ N/mm}^2$.

Kata kunci : Baja Karbon Sedang, Karburasi, Kekerasan, Quenching, Uji Tarik

ABSTRACT

The aim of this research is to acknowledge the influence of the variation in the mass of CaCO_3 as an energizer in the process of carburizing on the mechanical properties of medium carbon steel. The process of a carburizing uses a temperature of 950°C with a time holding of 3 hours. In this process, carbon is retrieved from a charcoal wood which then is extracted into fine powder, and it is mixed with CaCO_3 as its energizer. The mass of calcium carbonate varies at 0%, 5%, 10%, and 15%, each mixed into the charcoal powder in different basins for the carburizing process. In this research, the mixture of charcoal powder and the CaCO_3 is added into the carbon steel in a furnace which is then heated at 950°C and it is quenched immediately after it is heated. Later on, the quenched material is tested for its hardness Vickers and its tensile strength. The hardness Vickers of the unquenched carbon steel is $1478,57 \text{ N/mm}^2$ and for tensile strength is $477,905 \text{ N/mm}^2$. The result of the hardness Vickers before quenching is $967,52 \text{ N/mm}^2$, $953,113 \text{ N/mm}^2$, $963,644 \text{ N/mm}^2$ for the various samples of 5%, 10%, and 15% of CaCO_3 . And the result after the material is quenched, is at $1585,307 \text{ N/mm}^2$, $2143,142 \text{ N/mm}^2$, $1883,442 \text{ N/mm}^2$. The result for the tensile strength before quenching is at $465,625 \text{ N/mm}^2$, $541,3 \text{ N/mm}^2$, $492,535 \text{ N/mm}^2$. Whereas after the process of quenching, the reading shows $502,285 \text{ N/mm}^2$, $541,3 \text{ N/mm}^2$ and $501,31 \text{ N/mm}^2$.

Key Words : Carburizing, Hardness, Medium Carbon Steel, Quenching, Tensile Strength.

**Departemen Fisika, Program Studi Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Sumatera Utara
Jl. Bioteknologi No.1 Kampus USU Medan 20155**

1. PENDAHULUAN

Dalam bidang material, ada dua cara atau perlakuan untuk meningkatkan nilai kekerasan baja, yaitu perlakuan panas (*heat treatment*) dan deformasi plastis. Baja karbon yang dipanaskan hingga mencapai suhu austenite kemudian didinginkan secara cepat akan terbentuk struktur martensit yang memiliki kekerasan yang lebih tinggi dari struktur perlit maupun ferit, proses ini biasa dikenal dengan *quenching*.

Baja mulai menunjukkan struktur pada suhu 723⁰C mulai menunjukkan struktur dan pada 1550⁰C baja sama sekali melebur. Ini berarti kemampuan baja menurun bila diberi suhu yang semakin tinggi. Karena pendinginan mendadak maka atom-atom C yang tidak sempat keluar sehingga timbul tegangan dalam yaitu atom-atom C yang tidak mempunyai kedudukan yang baik dan akibatnya. Jenis baja yang bisa dan perlu di *quenching* adalah berkadar C lebih besar dari 0,3% dan lebih kecil dari 0,9%. Untuk baja dengan kadar C dibawah 0,3% tidak bisa dikeraskan sampai intinya kecuali hanya permukaannya dengan penambahan unsur C (Surdia, 1995).

Pada proses karburasi untuk arang kayu dengan natrium karbonat sebesar 25% berat komposisi serbuk arang kayu memberikan kekerasan yang terbaik dengan kekerasan permukaan maksimum mencapai 891 kg/mm² dan memberikan ketebalan 500 μm. Sebelum dilakukan karburasi struktur mikro baja karbon rendah adalah perlit, namun setelah dilakukan karburasi baja karbon rendah memberikan struktur mikro martensit yang menyebabkan semakin tingginya tingkat kekerasan (Mawani, 2007).

Pada pengkarbonan untuk arang kayu jati yang dilakukan dengan pengujian kekerasan Vickers dengan variasi waktu penahanan 2 jam mulai HVN (kekerasan Vickers) 257,5 kgf/mm² sampai 205,3 kgf/mm² menuju inti, 4 jam mulai HVN (kekerasan Vickers) 273,1 kgf/mm² sampai 204,4 kgf/mm² menuju inti dan 6 jam HVN (kekerasan Vickers) 274,6 kgf/mm² sampai 204,4 kgf/mm² menuju inti. Artinya semakin lama proses karburasi, semakin banyak pula kandungan perlitnya yang mengakibatkan semakin tinggi tingkat kekerasan (Masyrukan, 2006).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan kuat tarik maksimum dan kekerasan maksimum yang terjadi pada proses karburasi serta untuk mengetahui teknologi tentang proses karburasi pada logam.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Baja merupakan logam paduan yang terdiri dari besi dan karbon dimana unsure campuran lainnya seperti belerang (S), posfor (P), silikon (Si), dan mangan (Mn) yang jumlahnya dibatasi. Komponen mesin yang terbuat dari baja banyak yang harus dikeraskan supaya tahan aus dan kemampuan memotong meningkat atau baja yang dapat dilunakan untuk permesinan lebih lanjut.

Menurut komposisi kimianya baja dapat dibagi dua kelompok besar yaitu baja karbon dan baja paduan. Baja karbon bukan berarti baja yang sama sekali tidak mengandung unsur lain, selain besi dan karbon. Unsur-unsur ini biasanya merupakan ikatan yang berasal dari proses pembuatan besi / baja seperti mangan, silikon dan beberapa unsure pengotoran seperti belerang, posfor, oksigen, nitrogen dan lain-lain yang biasanya ditekan sampai kadar yang sangat kecil.

Baja dengan kadar mangan kurang dari 0,8% silikon kurang dari 0,5% dan unsur lain sangat sedikit, dapat dianggap sebagai baja karbon. Mangan dan silikon sengaja ditambahkan dalam proses pembuatan baja sebagai *deoxider* untuk mengurangi pengaruh buruk dari beberapa unsur pengotoran. Baja karbon diproduksi dalam bentuk balok, profil, lembaran dan kawat.

Salah satu perlakuan panas yang dilakukan adalah *tempering*. Dimana *tempering* adalah pemanasan kedua dimana baja dipanaskan sampai dibawah titik kritis bawah kemudian dilakukan pendinginan. Di sini kekerasan sedikit diturunkan, tetapi baja tersebut jadi lebih kuat. Setelah dinaikkan sampai panas penyepuhan, baja dibiarkan dingin secara perlahan-lahan. Suhu yang pasti untuk *tempering* itu tergantung pada kegunaan baja tersebut. Tingkat kekerasan yang dicapai setelah pendinginan tergantung pada kandungan karbon dalam baja, yang mengandung kurang dari 0,3% unsur karbon tidak memperlihatkan perubahan yang nyata. Kekerasan maksimum dicapai baja mengandung 1,2 % unsur karbon.

Karburasi adalah suatu proses penambahan karbon ke permukaan benda dilakukan dengan memanaskan benda dalam lingkup yang banyak mengandung karbon aktif sehingga karbon berdifusi masuk ke permukaan baja. Kemudian dipanaskan pada temperatur antara 900°C-950°C dengan waktu yang lama. Media yang biasa dipakai adalah Charcoal Activated (karbon aktif) dengan Natrium Karbonat (NaCO_3), Barium Karbonat (BaCO_3) dan Kalsium Karbonat (CaCO_3). Untuk menyepuh keras baja diperlukan kadar karbon sekurangnya 0,3% C dilihat pada baja karbon yang dapat disepuh keras. Jika mempunyai kadar karbon kurang dari 0,3%C maka dengan cara karburasi. Dengan memanaskan bahan sampai 950°C dalam lingkungan yang menyerahkan lalu dibiarkan beberapa waktu lamanya pada suhu ini dan didinginkan diudara.

Tujuan dari pengerjaan panas ini adalah untuk memberi pada benda-benda lapisan luaryang dapat disepuh keras. Hal ini memungkinkan karena pada suhu tersebut karbon dapat meresap kedalam lapisan luar benda kerja. Karburasi dapat juga disebut penumpukan karbon atau menyemen. Lapisan luar yang telah mengambil karbon dinamakan lapisan karburasi.

Kekerasan adalah ketahanan beban terhadap deformasi plastis, karena pembebanan setempat pada permukaan berupa goresan atau penekanan. Sifat ini banyak berhubungan dengan sifat kekuatan, daya tahan aus, dan kemampuan dikerjakan dengan mesin (mampu mesin). Cara pengujian kekerasan ada tiga macam, yaitu goresan, menjatuhkan bola baja dan penekanan. Kekerasan suatu bahan dapat berubah bila dikerjakan dengan pekerjaan dingin (*cold worked*), seperti pengerolan, penarikan serta kekerasan dapat dicapai dengan kebutuhan perlakuan panas. Kekerasan suatu bahan dapat diketahui dengan pengujian kekerasan menggunakan mesin uji kekerasan (hardness tester) menggunakan tiga cara atau metode yang telah banyak dilakukan, yaitu : metode Brinell, Rockwell dan Vickers.

Arang merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85 – 95% karbon, dihasilkan dari bahan – bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Ketika pemanasan berlangsung, diusahakan agar tidak terjadi kebocoran udara didalam ruangan pemanasan sehingga bahan yang mengandung karbon tersebut hanya terkarbonisasi dan tidak teroksidasi.

Untuk mengetahui kekerasan maksimum dan uji tarik maksimum maka perlu dihitung kekerasan (HV), kekerasan rata-rata (\overline{HV}), uji tarik (σ_m) dan uji tarik rata – rata ($\overline{\sigma_m}$) dengan menggunakan rumus :

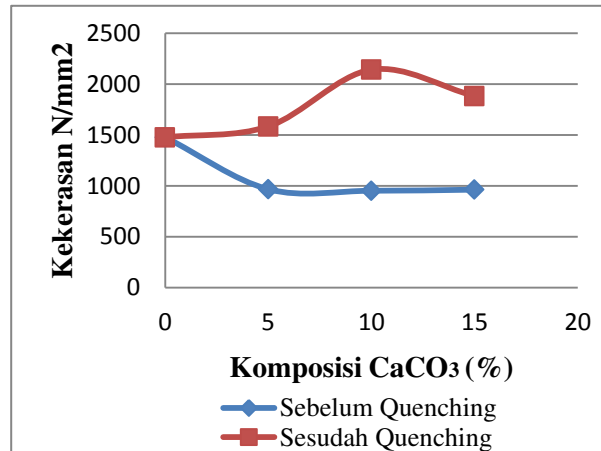
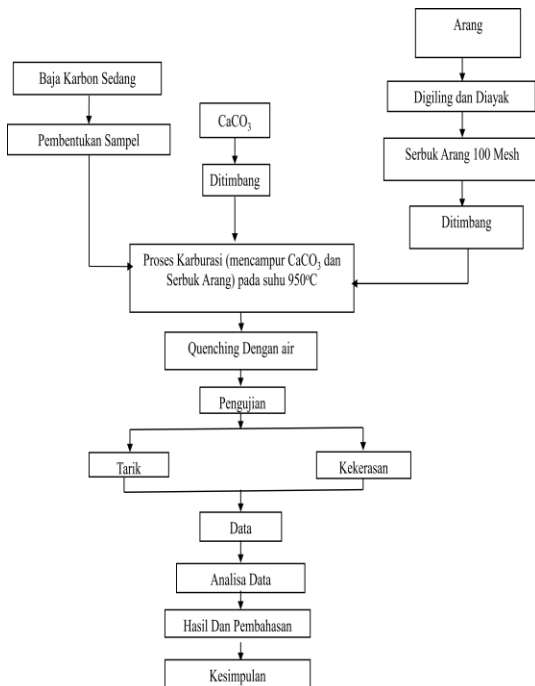
$$HV = 1,8544 \frac{\text{beban}}{\text{diagonal idensas}^2} \dots\dots(1)$$

$$\overline{HV} = \frac{\sum \text{sampel}}{\text{total sampel}} \dots\dots\dots(2)$$

$$\sigma_m = \frac{\text{beban maksimum}}{\text{luas penampang}} \dots\dots\dots(3)$$

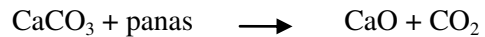
$$\overline{\sigma_m} = \frac{\sum \text{sampel}}{\text{total sampel}} \dots\dots\dots(4)$$

3. METODE PENELITIAN

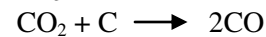


Gambar 1. Grafik Baja Karbon Sedang Sebelum dan Sesudah Proses Quenching

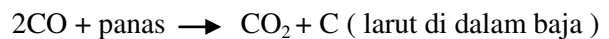
Bedasarkan data pada grafik, proses karburasi yang dilakukan pada suhu 950°C selama 3 jam dengan variasi konsentrasi kalsium karbonat (CaCO₃), memberikan nilai kekerasan yang berbeda-beda untuk masing-masing konsentrasi. Karburasi dengan konsentrasi kalsium karbonat (CaCO₃) yang berbeda akan menghasilkan kekerasan yang berbeda pada skala Vickers. Kalsium karbionat (CaCO₃) bila dipanaskan pada suhu 950°C akan terjadi :



CO₂ akan memisahkan diri dari CaO, selanjutnya CO₂ akan bertemu dengan arang yang merupakan karon dan akan terjadi reaksi :



Selanjutnya 2CO dalam lingkungan panas akan cenderung berubah kembali menjadi gas CO₂ dan akan melepaskan unsur C. kalau reaksi pelepasn ini berada di dalam struktur baja, maka C tersebut akan tertinggal. Karbon yang di tinggal oleh gas CO₂ akan ditangkap oleh Fe. Peristiwa ini disebut sebagai unsur C larut di dalam baja, reaksi yang terjadi seperti dibawah ini :



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kekerasan

Data yang di peroleh dari pengujian kekerasan permukaan pada proses karburasi baja karbon sedang sebelum dan sesudah proses quenching dapat dilihat pada grafik dibawah ini

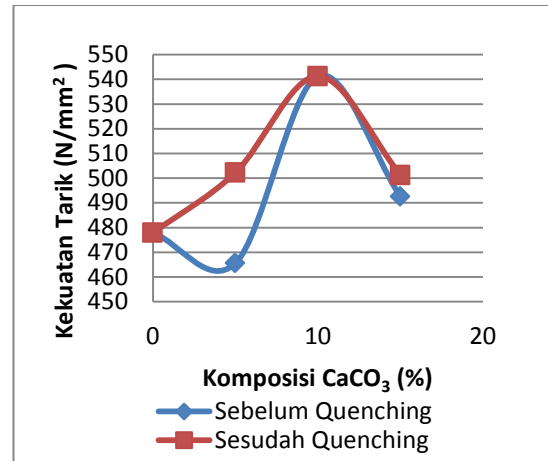
Peran penting kalsium karbonat pada saat bercampur dengan arang adalah sebagai penyediaan gas CO₂, dengan demikian adanya kalsium karbonat proses karburasi tidak terlalu bergantung pada oksigen yang tersedia. Dimana diharapkan oksigen tersebut cukup tersedia di dalam rongga antar butir arang.

Oleh karena itu proses karburasi kekerasan permukaan baja karbon sedang tanpa adanya proses quenching terjadi penurunan kekerasan baja karbon rendah karena jumlah atom karbon yang berikatan ke permukaan logam sedikit jumlahnya sehingga nilai kekerasannya cenderung menurun. Tetapi setelah melakukan proses quenching terlihat nilai kekerasannya sangat meningkat.

Peningkatan kekerasan ini berkaitan dengan bertambahnya jumlah atom karbon yang masuk melalui proses difusi kedalam baja sehingga sifat kekerasan bagian permukaan menjadi lebih baik. Senyawa karbon yakni CaCO₃ akan terurai pada temperatur 950°C menghasilkan gas CO₂ yang akan bereaksi dengan karbon dari serbuk arang aktif kayu bakau dan berdifusi ke dalam permukaan baja yang dikarburasi. Peningkatan kekerasan pada baja karbon sedang disebabkan oleh penahanan waktu pemanasan pada proses karburasi yang memberikan kesempatan pada baja untuk memuai, semakin lama waktu pemanasan dilakukan maka baja tersebut semakin besar pemuaiannya.

2. Uji Tarik

Data yang di peroleh dari pengujian tarik pada proses karburasi baja karbon sedang sebelum dan sesudah proses quenching dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Gambar 2. Grafik Baja Karbon Sedang Sebelum dan Sesudah Proses Quenching

Bedasarkan grafik proses karburasi yang dilakukan pada suhu 950°C selama 3 jam dengan variasi massa kalsium karbonat (CaCO₃), memberikan nilai kekuatan tarik yang berbeda-beda untuk masing-masing konsentrasi. Dari hasil perolehan data pengujian tarik baja karbon sedang sebelum proses quenching mengalami kenaikan yang terjadi pada penambahan CaCO₃ sebesar 10%, dan juga mengalami penurunan kekuatan tarik pada penambahan CaCO₃ sebesar 15%.

Kenaikan kekuatan tarik baja karbon sedang pada penambahan CaCO₃ sebesar 10% sebelum di Quenching memberikan kesempatan kepada atom-atom untuk berdifusi menghomogenkan uastenit yang baru terbentuk. Tetapi pada penambahan CaCO₃ sebesar 15% kekuatan tariknya menurun karena terjadi penumbuhan butir-butir yang menyebabkan turunnya kekuatan tarik. Begitu juga sesudah proses Quenching, pada penambahan CaCO₃ sebesar 10% terjadi kenaikan dan pada penambahan CaCO₃ sebesar 15 % terjadi penurunan.

5. KESIMPULAN

1. Kesimpulan

1. Pada penambahan komposisi kalsium karbonat sebesar 10% berat arang dalam komposisi serbuk arang kayu melalui

proses karburasi baja karbon sedang setelah diquenching membreikan hasil kekerasan yang terbaik dengan kekerasan permukaan mencapai 2143,142 N/mm².

2. Pada proses karburasi baja karbon sedang pada penambahan komposisi kalsium karbonat sebesar 10% berat arang memberikan nilai kekuatan tarik yang meningkat sebesar 541,3 N/mm².
3. Proses karburasi dalam logam bisa dilakukan dalam padat. Karburasi adalah suatu proses penambahan karbon ke permukaan benda dilakukan dengan memanaskan benda dalam lingkupan yang banyak mengandung karbon aktif sehingga karbon berdifusi masuk ke permukaan baja.

2. Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya ada baiknya dilakukan penambahan sampel untuk uji tarik sebelum diquenching dan perlu dilakukan pengujian komposisi kimia baja karbon sedang untuk mengetahui peningkatan kandungan unsur karbon dalam baja dan juga perlu dilakukan pengukuran struktur mikronya untuk mengetahui struktur yang terjadi dalam baja.
2. Perlu kiranya dilakukan penelitian selanjutnya dengan skala (%) CaCO₃ diperkecil (kelipatan 2) agar dapat diketahui pada (%) CaCO₃ nilai kekerasan dan kekuatan tarik maksimum.

DAFTAR PUSTAKA

Ariombima, R.D.S.,(2001), *Pengaruh Media Sementasi Terhadap Peningkatan Kadar Karbon Pada Baja ASSAB 760*, Jurnal Teknik Mesin Usakti,

3(2):121 – 128.

- Beumer Ing,B.J.M.,(1994), *Ilmu Bahan Logam*, Jilid I., Penerbit Bhrantara,Jakarta.
- Dalil,M., Prayitno, A., Inonu,I.,(1999), *Pengaruh Perbedaan Waktu Penahanan Suhu Stabil (Holding Time) Terhadap Kekerasan Logam*, Jurnal Natur Indonesia, 11(1) : 12-17.
- Malau, V., Khasani,(2008), *Karakterisasi Laju Keausan Dan Kekerasan Dari Carburizing Pada Baja Karbon AISI 1020*,Media Teknik No.3 Tahun XXX, ISSN 0216-3012.
- Masyrukan,(2006), *Penelitian Sifat Fisis Dan Mekanis Baja Karbon Rendah Akibat Pengaruh Proses Pengarbonan Dari Arang Kayu Jati*, Jurnal Media Mesi, Vol.7, No.1,Januari 2006,40-46.
- Mawani, (2007),*Pengaruh Komposisi Serbuk Arang Kayu Natrium Karbonat (NaCO₃) Pada Proses Karburasi Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekerasan Baja Karbon Rendah*, Skripsi Jurusan Fisika FMIPA Unimed, Medan.
- Mujiyono dan A.L. Sumowidagdo,(2008), *Meningkatkan Efektifitas Karburasi Pada Baja Karbon Rendah Dengan Optimasi Ukuran Serbuk Arang Tempurung Kelapa*, Jurnal Teknik Mesin, April 2008/vol 10/No:1.
- Sumanto,(1996), *Pengetahuan Bahan*, Penerbit Pradya Paramita, Jakarta.
- Vlack ,V.,L.H.,(1992), *Ilmu dan Teknologi Bahan (Ilmu Pengolahan Logam dan Non Logam)*, Edisi Kelima, Erlangga,Jakarta.
- Wiriyosunarto,H dan Okumura,(2004), *Teknologi Pengelasan Logam*,Penerbit Paramita, Jakarta.

