

**REKAYASA MEDIA PENDINGIN PASCA PROSES
CARBURIZING GUNA MENINGKATKAN SIFAT KERAS
PADA KEPALA HAMMER/ PALU DARI MATERIAL BAJA
KARBON RENDAH HASIL PRAKTIK MAHASISWA
POLINES**

Bambang Kuswanto, Suharto, Bondan Wismandanikung, Riles M.

Wattimena, Nur Hidayati

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang, Jln. Prof. H. Soedarto, S.H,

Semarang 50275 Telp: (024) 7477192, 081326419910

e-mail: bkuswanto26@yahoo.co.id

Abstract

Hammer/palu hasil praktik mahasiswa setelah melalui proses penilaian akan dikumpulkan dan menjadi sampah di bengkel pemesinan. Bentuk dan ukurannya cukup layak untuk digunakan menjadi alat bantu pertukangan, tetapi kekerasan materialnya tidak memenuhi. Melalui proses carburizing sifat keras materialnya dapat ditingkatkan, sebab material baku yang digunakan baja karbon rendah. Meningkatnya kandungan karbon dalam baja berpotensi untuk merubah struktur baja menjadi martensite. Struktur martensite ini dapat dibentuk melalui proses pendinginan cepat setelah carburizing. Proses pendinginan cepat dilakukan menggunakan media pendingin cair, dalam penelitian ini menggunakan air, minyak pelumas mesin dan minyak goreng. Dengan tujuan untuk mencari beda angka/nilai sifat keras material yang dicapai dari penggunaan ke tiga media pendingin tersebut. Hasil percobaan menunjukkan bahwa menggunakan media pendingin air dapat menghasilkan harga/nilai kekerasan material lebih tinggi dibandingkan oli pelumas dan minyak goreng.

Kata kunci : *Carburizing, pendingin, kekerasan, material*

PENDAHULUAN

Salah satu hasil praktik mahasiswa di bengkel pemesinan jurusan teknik mesin Politeknik Negeri Semarang adalah *hammer*/palu. Palu yang dihasilkan dalam kegiatan praktik mahasiswa di bagian kerja bangku ini, merupakan salah satu topik yang harus mereka kerjakan. Masing-masing mahasiswa akan mendapatkan tugas praktik membuat satu buah palu. Dengan berjalannya waktu kuliah praktik di setiap tahun akademik akan dihasilkan jumlah *hammer*/palu yang semakin bertambah. Selama ini palu tersebut setelah melalui proses penilaian akan dikumpulkan dan menjadi sampah. Salah satu kebutuhan kegiatan pertukangan adalah menyambung kayu dengan paku. Menyambung kayu menggunakan paku memerlukan *hammer*/palu. Dikalangan pertukangan palu sudah tidak asing lagi keperuntukkannya. Bahkan menjadi alat bantu yang harus ada disetiap melakukan pekerjaan. Olah sebab itu patut diduga bahwa alat bantu pertukangan ini banyak dibutuhkan oleh masyarakat. Sementara itu palu hasil praktik mahasiswa di bagian kerja bangku bengkel pemesinan Politeknik Negeri Semarang tersedia cukup banyak. Kepala *hammer*/palu setelah dilengkapi dengan tangkainya dapat digunakan untuk pemukul paku dan sejenisnya apabila dibutuhkan. Untuk menjadikan sebagai pemukul paku material baku yang digunakan harus mempunyai sifat mampu dikeraskan.

Material baku (*raw materials*) untuk keperluan praktik mahasiswa umumnya menggunakan jenis baja karbon rendah. Baja jenis ini mempunyai sifat mudah dibentuk, artinya baja jenis ini karena termasuk baja lunak sehingga mudah dibentuk sesuai kebutuhan. Bahan baku baja jenis ini yang digunakan untuk membuat kepala *hammer*/palu hasil praktik mahasiswa. Baja karbon rendah nama dagang dipasar di kenal dengan nama baja 40 atau St 40, dimana baja ini termasuk pada golongan baja dengan kandungan karbon rendah. Indek empat puluh menunjukkan bahwa baja tersebut mempunyai kekuatan tarik sebesar empat puluh kilogram setiap luasan satu millimeter persegi. Karena unsur karbon yang terkandung didalamnya dibawah 0.2 % C, maka baja karbon rendah harus dilakukan proses penambahan karbon apabila memerlukan peningkatan kekerasan material. Proses penambahan unsur karbon ke dalam baja ini disebut sebagai proses *carburizing*. Untuk memperoleh kualitas baja yang keras setelah dilakukan proses perlakuan panas tidak hanya banyak kandungan karbon yang terkandung di dalamnya, tetapi juga keberhasilan membentuk struktur martensit di dalam baja tersebut. Terbentuknya struktur martensite pada baja setelah dilakukan perlakuan panas adalah dengan melakukan pendinginan secara tiba-tiba setelah baja mengalami proses pemanasan. Pendinginan secara tiba-tiba tersebut merupakan upaya pengejukan dari kondisi panas menjadi dingin secara tiba-tiba. Pendinginan secara tiba-tiba ini

umumnya dilakukan dengan menggunakan media pendingin. Media pendingin cair yang paling sering digunakan dalam proses untuk mendapatkan struktur martensite pada baja. Ada beberapa pendingin cair yang bisa digunakan dalam proses ini.

Permasalahan yang akan diteliti adalah menemukan diantara tiga media pendingin cair yang digunakan untuk proses pendinginan kejut/tiba-tiba setelah proses *carburizing*. Tiga media pendingin cair tersebut adalah: oli pelumas, minyak goreng dan air yang digunakan sebagai media pendinginan secara cepat. Pendinginan secara cepat tersebut dimaksudkan agar di dalam baja terbentuk struktur martensite. Indikator untuk menentukan efektif atau kurang efektifnya media pendingin dalam membentuk struktur martensite menggunakan harga kekerasan material. Apakah ditemukan ada perbedaan harga/nilai kekerasan material yang dicapai oleh masing-masing *spesimen* ?. Pada penelitian ini juga menggunakan persepsi bahwa masing-masing material yang digunakan sebagai sampel dalam penelitian ini telah dilakukan perlakuan panas yang sama.

Tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah memperoleh harga/angka kekerasan material dari *spesimen* yang digunakan sebagai sampel. Dimana *speciment* tersebut setelah melalui proses perlakuan panas yang sama, selanjutnya digunakan media pendingin yang berbeda. Media pendingin cair yang digunakan adalah oli pelumas, minyak goreng dan air. Masing-masing *speciment* dari ketiga jenis media pendingin tersebut akan diuji untuk mengukur harga/nilai kekerasannya. Perolehan hasil pengujian spesimen akan dianalisa untuk memperoleh kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

METODOLOGI

Persiapan percobaan

Sebagai Obyek penelitian adalah hammer atau palu hasil praktik mahasiswa, perlakuan panas pada kepala palu yang menggunakan material baku baja karbon rendah. Perlakuan panas yang dilakukan merupakan penambahan karbon pada baja. Penambahan karbon atau carburizing dengan menggunakan karbon padat atau *pack carburizing*.



Gambar 1, Palu hasil praktik mahasiswa sebelum perlakuan panas.

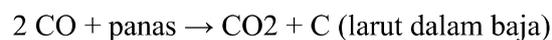
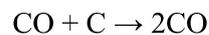
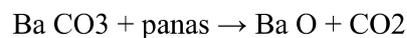
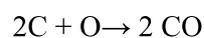
Persiapan dilakukan mulai dari mengobservasi obyek penelitian yang terkait dengan potensi untuk pengembangan. Kejegan dalam ketersediaan obyek dan juga kelayakan bentuk serta ukurannya. Selanjutnya membuat kotak (*boxes*) sebagai tempat untuk meletakkan spesimen diantara karbon padat yang digunakan untuk penambahan karbon. Proses carburizing menggunakan karbon padat, memerlukan karbon yang berbentuk serbuk. Pembuatan serbuk karbon dilakukan dengan menggiling bongkahan menjadi bentuk serbuk. Demikian pula penyediaan dan pengadaan untuk unsur energenzer guna membantu terbentuknya karbon padat menjadi gas pada saat proses carburizing sedang berlangsung. Penyediaan Barium karbonat yang disiapkan untuk unsur energenzer pada proses Carburizing.

Proses carburizing

Proses penambahan karbon (*carburizing*) dapat dilakukan dengan beberapa cara bila ditinjau dari jenis/bentuk karbon yang digunakan, seperti menggunakan karbon berbentuk padat, cair dan gas. Pada penelitian ini menggunakan media karbon padat sebagai karbon penambah. Baja bersama media karbon padat dimasukan kedalam kotak, selanjutnya dilakukan pemanasan di dalam dapur pemanas. Proses semacam ini disebut juga sebagai *pack carburizing*. Proses *pack carburizing* mengatur pemanasan sampai pada temperatur kritis di atas A_{c1} , karena baja pada temperatur ini memiliki kecenderungan untuk berafinitas dengan karbon

dan karbon akan diabsorpsi kedalam baja membentuk larutan padat. Bila berlangsung pada waktu yang cukup lama, maka lapisan luar akan memiliki kandungan karbon lebih tinggi dibandingkan sebelumnya.

Penggunaan panas untuk mencapai temperatur austenisasi antara 850 ° C sampai 950 ° C, pada percobaan dalam penelitian ini menggunakan temperatur 900° C. Pada temperatur tersebut media karbon akan teroksidasi menghasilkan gas CO₂ dan CO. Gas CO₂ akan bereaksi dengan permukaan baja membentuk atom karbon (C), dan selanjutnya akan masuk ke dalam baja. Reaksi pengkarbonan dengan menggunakan barium-karbonat (Ba CO₃) dapat dijelaskan sebagai berikut:



Gas CO₂ ini sebagian akan bereaksi kembali dengan media karbon membentuk CO dan sebagian lagi akan menguap.

Proses pendinginan cepat/kejut

Setelah temperatur dapur pemanas mencapai 900 ° C, dilakukan penahanan selama waktu 2 jam. Waktu penahanan merupakan lama waktu yang digunakan agar temperatur dapur pemanas dipertahankan tetap selama waktu yang telah direncanakan. Selanjutnya dilakukan proses pendinginan pada spesimen yang digunakan untuk sampel penelitian secara cepat/kejut. Proses untuk mendinginkan spesimen secara cepat pada penelitian ini menggunakan media pendingin cair. Media pendingin cair yang digunakan adalah oli pelumas, minyak goreng dan udara. Setelah dilakukan pembongkaran dari dalam kotak (*boxes*) carburizing, masing-masing spesimen dikeluarkan untuk dibagi dalam kelompok media pendingin yang berbeda-beda. Masing-masing kelompok untuk media pendingin oli pelumas, minyak goreng dan air. Selanjutnya sampel untuk masing-masing media pendingin mengikuti kode spesimennya dilakukan pendinginan secara cepat sesuai medianya.

Uji kekerasan material

Guna mengetahui adanya perbedaan hasil yang dicapai oleh masing-masing media pendingin, menggunakan indikator harga/nilai kekerasan yang dapat dicapai oleh masing-masing spesimen untuk masing-masing media pendingin.

Menguji kekerasan material sampel dilakukan dengan menggunakan metoda Rockwell. Untuk keperluan membandingkan telah terjadi perubahan terhadap harga/nilai kekerasannya, maka masing spesimen diuji dua kali pada kondisi yang berbeda. Uji kekerasan material yang pertama dilakukan sebelum spesimen dilakukan proses carburizing, dan yang ke dua dilakukan setelah spesimen dilakukan proses carburizing. Uji kekerasan yang pertama yaitu sebelum dilakukan proses carburizing terhadap spesimen bertujuan untuk mengetahui harga/nilai kekerasan awal. Harga/nilai kekerasan awal pada spesimen ini pada dasarnya adalah untuk mengetahui secara umum kemampuan penolakan material yang diuji (spesimen) terhadap penetrasi material lain sebagai penetratornya. Untuk pengujian material sebelum dilakukan perlakuan panas ini menggunakan metode Rockwell “B”, dimana dalam uji kekerasan material ini penetrator yang digunakan adalah penetrator berujung bola baja keras.



Gambar 2, kepala palu setelah dilakukan perlakuan panas

Gambar 2 menunjukkan kepala hammer/palu setelah dilakukan perlakuan panas. Perlakuan panas yang berupa proses penambahan karbon atau carburizing, yang dilanjutkan dengan pendinginan cepat untuk mendapatkan struktur martensite

pada material spesimen. Dari penampakan fisik spesimen sebelum dan sesudah perlakuan panas nampak pada perbedaan warna. Pada umumnya perbedaan warna permukaan pada baja yang dilakukan perlakuan panas adalah perubahan warna menjadi hitam.

Spesimen berupa kepala hammer/palu yang sudah dilakukan perlakuan panas ini, setelah di uji harga/nilai kekerasannya bisa menunjukkan harga/nilai kekerasan yang berbeda. Demikian pula terhadap harga/nilai kekerasan masing-masing spesimen yang telah dilakukan pengelompokan untuk keperluan perbedaan media pendingin yang digunakan. Perbedaan penggunaan media pendingin untuk masing-masing spesimen ini untuk diketahui apakah ada pengaruh penggunaan media pendingin berbeda terhadap hasil uji nilai/harga kekerasan dari masing-masing spesimen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Cara pengkodean yang diberlakukan terhadap masing-masing spesimen, menjadi acuan untuk mengidentifikasi sampel penelitian. Dengan perincian kode A.1 untuk spesimen yang akan diberlakukan dengan menggunakan media pendingin air, kode A.2 untuk spesimen yang akan diberlakukan dengan menggunakan media pendingin oli pelumas, dan kode A.3 untuk spesimen yang akan diberlakukan dengan menggunakan media pendingin minyak goreng.

Harga/nilai kekerasan material spesimen sebelum perlakuan panas

Tabel 1, Harga/nilai kekerasan material sebelum perlakuan panas

No.	Kode Spesimen	Nilai Kekerasan (HRB)			Rerata
		1	2	3	
1	A.1.1	71	72	72	71,66
2	A.1.2	77	73	72	74
3	A.2.1	72	72	73	72,33
4	A.2.2	77	75	77	76,33
5	A.3.1	74	75	74	74,33
6	A.3.2	73	73	72	72,66

Untuk harga/nilai kekerasan material sebelum dilakukan perlakuan panas, data hasil pengujian digunakan sebagai data awal untuk masing-masing spesimen. Sebagai data awal yang digunakan untuk referensi bagi semua spesimen yang digunakan sebagai sampel untuk ke tiga media pendingin yang digunakan dalam penelitian.

Setelah dilakukan perhitungan harga/nilai rata-rata kekerasan yang diperoleh dari hasil uji kekerasan material sebelum dilakukan proses perlakuan panas diperoleh harga : 84,44 HRB.

Harga/nilai kekerasan material spesimen sesudah perlakuan panas

Tabel 2, Harga/nilai kekerasan material setelah perlakuan panas

No.	Kode Spesimen	Nilai Kekerasan (HRB)			Rerata
		1	2	3	
1	A.1.1	98	101	98	99
2	A.1.2	102	95	96	97,66
3	A.2.1	93	96	93	94
4	A.2.2	94	92	94	93,33
5	A.3.1	103	105	98	102
6	A.3.2	93	92	92	92,33

Pembahasan

Menggunakan harga/nilai kekerasan material sebesar 84,44 HRB ini digunakan untuk pembandingan dengan hasil pengujian setelah dilakukan perlakuan panas untuk masing-masing media pendingin hasilnya sebagai berikut.

1) Media pendingin air

Hasil pengukuran untuk spesimen yang menggunakan media pendingin air sebagai sarana untuk merubah menjadi struktur martensite menunjukkan harga/nilai kekerasan sebesar : 98,33 HRB. Media pendingin oli pelumas. Selanjutnya untuk spesimen yang menggunakan media pendingin oli pelumas

sebagai sarana untuk merubah hingga menjadi struktur martensite menunjukkan harga/nilai kekerasan material sebesar 93,66 HRB.

2) Media pendingin minyak goreng

Sedangkan untuk spesimen yang menggunakan media pendingin minyak goreng sebagai sarana untuk merubah hingga menjadi struktur martensie menunjukkan harga/nilai kekerasan materialnya sebesar 97,16 HRB.

KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan menunjukkan bahwa secara umum semua media pendingin yang digunakan untuk proses pendinginan tiba-tiba (kejut), menunjukan hasil telah terjadi kenaikan harga/nilai kekerasan materialnya untuk masing-masing spesimen. Berturut turut dapat disimpulkan sebagai beriku:

(1). Media pendingin air

Hasil pengukuran untuk spesimen yang menggunakan media pendingin air dari harga/nilai kekerasan awal 84,44 HRB naik menjadi sebesar : 98,33 HRB

Dari hasil ini menunjukkan bahwa telah terjadi peningkatan kekerasan akibat dilakukan perlakuan berupa pack carburizing, yang dilanjutkan dengan pendinginan menggunakan media air sebesar 13,84 HRB atau telah terjadi kenaikan harga/nilai kekerasan material sebesar 16 % dari kekerasan awal.

(2). Media pendingin oli pelumas

Selanjutnya untuk spesimen yang menggunakan media pendingin oli pelumas dari harga/nilai kekerasan awal 84,44 HRB menjadi sebesar 93,66 HRB.

Hasil uji kekerasan material ini menunjukkan adanya peningkatan kekerasan sebesar 9,22 HRB , atau naik sebesar 10 % dari kekerasan awal.

(3). Media pendingin minyak goreng

Sedangkan untuk spesimen yang menggunakan media pendingin minyak goreng dari harga/nilai kekerasan awal 84,44 HRB merubah hingga menjadi struktur martensie menunjukkan harga/nilai kekerasan materialnya sebesar 97,16 HRB.

Hasil uji kekerasan material ini menunjukkan adanya peningkatan kekerasan material sebesar 12,7 HRB atau sebesar 15 % dari kekerasan awal.

Dari perolehan hasil pengujian angka/nilai kekerasan material untuk masing-masing media pendingin yang digunakan untuk proses pendinginan kejut, dihasilkan yang paling tinggi adalah yang menggunakan media pendingin air,

yaitu sebesar 16 %. Selanjutnya di ikuti oleh yang menggunakan media pendingin minyak goreng, yaitu sebesar 15 %, dan terakhir menggunakan media pendingin oli pelumas mengalami kenaikan sebesar 10 %.

Daftar pustaka

- Abbaschian, R., Robert, E., 1994, *Physical Metalurgy Principles, Universitas of Florida, USA* : PWS Publishing Company, Third Edition.
- Amstead B. H., dkk, 1992, *Teknologi Mekanik (Alih bahasa: Sriati Djaprie)*. Jakarta: Erlangga, Edisi Ketiga, Jilid 2
- Boyer, H. E., dan Gall, T. L., 1985, *Metal hand book, Desk Edition*, ASM Ohio.
- Darmanto, 2006, Pengaruh Holding Time Terhadap Sifat Kekerasan Dengan Refining The Core Pada Proses Carburizing Material Baja Karbon Rendah, *Jurnal Traksi* Vol 4, No. 2, Desember 2006.
- Mujiyono dan A. L. Sumowidagdo, 2008, Meningkatkan Efektifitas Karburasi Padat Pada Baja Karbon Rendah Dengan Optimasi Ukuran Serbuk Arang Tempurung Kelapa, *Jurnal Teknik Mesin*, April 2008/vol 10/No:1
- Prabudev, K. H., 1988, *Hand Book of Heat Treatment of Steel, New Delhi*: Mc Graw-Hill Publishing Company Limited.
- Rumendi. U dan Purnawarman. O, 2006, Pahat bubut baja St 37 sebagai pahat alternatif pengganti pahat bubut HSS melalui proses karburasi arang batok, makalah Seminar on Application and Research in Industrial Technology, SMART 2006, UGM Yogyakarta.
- Rosfian Arsyah Dahar, 2003, Pengaruh Suhu Sementasi Dan Waktu Tahan Suhu Proses Sementasi Dalam Media Padat Terhadap Kekerasan Lapisan Pasca Pengerasan Dan Pemudaan Baja 15 Cr N16, *Jurnal MESIN*, Volume 5, Nomer 1, Januari 2003.
- Shackelford. J. F, 1992, *Introduction to Materials Science for Engineers, New York*: Macmillan Publishing Company, Third Edition.
- Surdia. T dan Shinoku, 1999, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Jakarta: PT Pradnya Paramita, Cetakan keempat.
- Suryanto. H, Malau. V dan Samsudin, 2003, Pengaruh penambahan barium karbonat pada media karburasi terhadap karakteristik kekerasan lapisan karburasi baja karbon rendah, *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin, Unibraw, Malang*

- Sudarsono, dkk, 2003, Pengaruh temperatur dan waktu tahan karburasi padat terhadap kekerasan permukaan baja AISI – SAE 1522, Prosiding Seminar nasional aplikasi sains dan teknologi, Institut Sains & Teknologi AKPRIND.
- Sugondo., Mujinem dan M.M Lilis Windaryati, 2006, Difusi Karbon Akibat Pelapisan Grafit Pada Kelongsong Zircaloy – 2, Jurnal Sains Materi Indonesia, Vol. 7.No. 2, Februari 2006.
- Suprpto., Sayono dan Lely Susita R. M, 2006, Karburasi Baja ST 40 Dengan Teknik Sputtering, Jurnal Sains Materi Indonesia, Vol. 8, No.1, Oktober 2006.
- Supriyono dan Tri Widodo Besar Riyadi, 2002, Pengaruh Pengarbonan Dengan Media Limbah Kayu Mahoni Terhadap Sifat Lelah Spesimen Baja Karbon Rendah Bertakik – V, Jurnal POROS, Volume 5, Nomer 01, Juli 2002
- Syamsuir, 2003, Pengaruh karburasi terhadap kekerasan baja DIN 15 Cr Ni6 (MS 7210), Tesis, UGM, Yogyakarta.
- Vlack, L. H. Van, 2004, Elemen-elemen Ilmu dan Rekayasa Material (Alih bahasa, Sriati Djaprie), Jakarta,