

ANALISIS KELELAHAN DAN KEKERASAN BAJA AISI 1025 METODE PACK CARBURIZING CAMPURAN ARANG CEMARA DAN BARIUM KARBONAT

Frans Robert Bethony¹, Formanto Paliling², Risa Lasarus³

^{1,2,3} *Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia Toraja, Kampus II Kakondongan, Indonesia*

franrb@ukitoraja.ac.id, formanto@ukitoraja.ac.id, risa@ukitoraja.ac.id

* franrb@ukitoraja.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

ABSTRAK

Kata Kunci:

Baja AISI 1025, Pack Carburizing, Quenching, Kelelahan, Kekerasan

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelelahan, kekerasan dan struktur mikro baja AISI 1025 dengan metode pack carburizing campuran arang cemara dan barium karbonat.

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja AISI 1025, arang cemara dan barium karbonat. Sampel uji kelelahan dan kekerasan mikro baja AISI 1025 masing-masing dibuat sesuai dengan standar ASTM E-466 dan ASTM E 92. Sampel uji dikenai proses pack carburizing dengan campuran antara 75% serbuk arang cemara dan 25% barium karbonat (BaCO₃). Proses carburizing dilakukan pada variasi temperatur pemanasan 835, 870 dan 905oC dengan waktu penahanan selama 4 jam. Selanjutnya, sampel uji dilakukan proses quenching pada temperatur 850oC dengan waktu penahanan selama 20 menit. Pengujian kelelahan dilakukan dengan mesin uji rotary bending machine, sedangkan pengujian kekerasannya dilakukan dengan micro hardness tester.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur proses pack carburizing semakin tinggi pula kelelahan (fatigue), yaitu 5.910.200 siklus. Kekerasan tertinggi terjadi pada bagian permukaan sampel uji, yaitu 809,03 HV. Kekerasan mikro dan kelelahan dengan kedalaman difusi karbon kedalam permukaan sampel uji terjadi korelasi yang linearitas.

Keywords:

AISI 1025 Steel, Pack Carburizing, Quenching, Fatigue, Hardness

ABSTRACT

This research aims to analyze the fatigue, hardness and microstructure of AISI 1025 steel using the pack carburizing method of a mixture of pine charcoal and barium carbonate. The materials used in this research were AISI 1025 steel, pine charcoal and barium carbonate. The fatigue and microhardness test samples of AISI 1025 steel were each made according to ASTM E-466 and ASTM E 92 standards. The test samples were subjected to a pack carburizing process with a mixture of 75% pine charcoal powder and 25% barium carbonate (BaCO₃). The carburizing process was carried out at varying heating temperatures of 835, 870 and 905oC with a holding time of 4 hours. Next, the test sample underwent a quenching process at a temperature of 850oC with a holding time of 20 minutes. Fatigue testing is carried out using a rotary bending machine, while hardness testing is carried out using a micro hardness tester. The research results show that the higher the temperature of the pack carburizing process, the higher the fatigue resistance, namely 5,910,200 cycles. The highest hardness occurred on the surface of the test sample, namely 809.03 HV. Microhardness and fatigue with the depth of carbon diffusion into the surface of the test sample have a linear correlation.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



I. Pendahuluan

Baja merupakan jenis logam yang paling banyak digunakan sebagai bahan teknik dan *manufacturing*. Baja memiliki beberapa sifat diantaranya keuletan dan kekerasan. Sifat keras dan ulet merupakan faktor yang sangat dipertimbangkan dalam perencanaan konstruksi mesin, khususnya pada bagian komponen yang bergesekan dan sekaligus menahan beban. Permasalahan Komponen mesin bukan hanya kekerasan dan keuletan, tetapi juga kegagalan lelah karena adanya tegangan bolak-balik. Sir William Fairbairn menemukan bahwa sebatang gelagar baja yang semestinya mampu menahan beban statik hingga 12 ton selama waktu yang tidak terbatas, ternyata telah gagal akibat beban berulang hanya 3 ton gaya tetapi dialami sebanyak 3 juta kali. Baru sesudah kecelakaan beruntun pesawat terbang dari maskapai Comet dalam tahun 1950-an, kegagalan lelah yang ganas dan tidak terduga itu menarik perhatian umum (Tretthewey, K.R. and Chamberlain, J., 1991)

Patahan lelah yang terjadi disebabkan tegangan berulang pada tegangan kurang dari 1/3 kekuatan tarik statik pada bahan struktur tanpa konsentrasi tegangan. Komponen mesin yang mengalami pembebanan dinamis akan rusak pada tegangan yang jauh lebih rendah dari beban yang dibutuhkan untuk menimbulkan perpatahan pada penerapan tunggal (Schaffer, J.P. *et al*, 1999). Sebagian besar kerusakan yang terjadi pada konstruksi permesinan disebabkan kegagalan lelah. Kegagalan lelah yang terjadi meliputi paling tidak 90% keseluruhan kegagalan yang disebabkan faktor mekanis (Fuchs, H.O., 1980). Penelitian efek proses *pack carburizing* terhadap kelelahan baja ST60 menunjukkan bahwa kekerasan pada permukaan meningkat dari 220, 856 HV menjadi 417,139 HV dan umur lelah juga meningkat dari

2.017.451 menjadi 4.154.577 siklus (Yasa, I.N., 2000). Pada proses *pack carburizing*, atom-atom karbon masuk ke dalam permukaan sampel melalui proses difusi. Bila atom memiliki energi yang cukup untuk mendobrak ikatannya dan melompat ke posisi yang baru, maka pada saat yang sama akan terjadi pergerakan dengan proses difusi. Pergerakan ini akan diikuti oleh pergerakan atom lain yang berdekatan sampai terjadi kondisi yang stabil dan peristiwa ini umumnya berlangsung melalui mekanisme sisipan dan kekosongan (Vlack, L.H.V., 1986).

Penelitian pengaruh komposisi media karburasi serbuk arang kayu – barium karbonat terhadap kekerasan dan keausan baja karbon rendah, menunjukkan bahwa kekerasan tertinggi terjadi pada bagian permukaan sampel yang dikeraskan (Suryanto, H. *et al*, 2005). Pahat bubut baja ST37 yang dikarburasi dengan arang batok dapat memotong baja atau material lainnya yang lebih lunak (Rumendi, U. dan Purnawarman, O., 2006). Penggunaan variasi temperatur proses *carburizing* terhadap perilaku kekerasan baja AISI 1025 dan 5115 menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur, kekerasan pada bagian permukaan semakin meningkat (Selcuk, B. *et al*, 2002).

Untuk memperoleh sifat keras pada permukaan dan ulet pada bagian inti baja karbon AISI 1025, maka perlu melakukan pengerasan permukaan melalui proses *pack carburizing* kemudian dilanjutkan dengan proses *quenching*. Setelah perlakuan, sampel diuji baik kekerasan maupun kelelahannya kemudian dibandingkan dengan bahan aslinya untuk mengetahui perilaku kekerasan dan umur lelahnya.

II. Metode

Pada penelitian ini pengarbonan dilakukan menggunakan 75% berat arang cemara dicampur dengan 25% berat barium karbonat, kemudian campuran dimasukkan kedalam kotak bersama sampel yang akan dikeraskan. Kotak ditutup rapat menggunakan tanah liat untuk menghindari udara dari luar kemudian dipanaskan di dalam dapur pemanas pada temperatur 835°C, 970°C dan 905°C ditahan selama 4 jam. Setelah pengerasan, dihaluskan proses selanjutnya dengan *quenching* pada 850°C ditahan selama 2 menit.

1. Case depth

Pada perlakuan panas, pergerakan atom karbon sangat tergantung pada waktu dan temperatur pemanasan, dengan demikian maka untuk mendapatkan hasil sesuai dengan yang diharapkan, maka perlu Penentuan kedalaman lapisan karburisasi dirujuk dengan persamaan Harris (Boyer & Gall, 1985), yaitu : $Case\ depth \propto \sqrt{\frac{31.6 \cdot t}{10}}$ (inch).

Persamaan di atas menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur, maka lapisan *carburizing* semakin dalam. Dengan persamaan tersebut *case depth* teoritis untuk temperatur 850oC, 900oC dan 950oC berturut-turut 0,0266 in (0,68 mm), 0,0368 in (0,94 mm) dan 0,0496 in (1,26 mm).

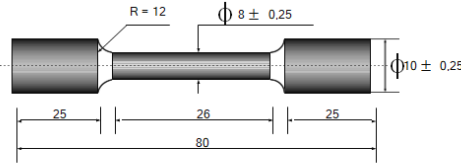
2. Pengujian kekerasan

Pengujian kekerasan bertujuan untuk menyelidiki distribusi kekerasan mikro permukaan akibat perlakuan panas. Pada penelitian ini pengujian kekerasan dilakukan dengan cara material diindentasi menggunakan indentor Vickers dari permukaan ke inti sampel dengan beban 0,5 kg dan digonal bekas injakan dihitung dengan persamaan :

$$T \text{ }_{HN} = \frac{1.854P}{d^2} \left(\frac{kg}{mm^2} \right)$$

3. Fatigue Failure

Fatigue failure didefinisikan sebagai jumlah siklus tegangan yang dicapai material sampai pada terjadinya perpatahan dengan pembebanan tertentu yang dapat menyebabkan patah getas, rapuh tetapi tanpa deformasi. Batas lelah (*fatigue limit*) dinyatakan sebagai besarnya beban maksimal yang mengakibatkan umur lelah menjadi tak terhingga. Kekuatan lelah (*fatigue strength*) didefinisikan sebagai besarnya tegangan yang menyebabkan terjadinya kegagalan lelah pada suatu siklus tertentu.

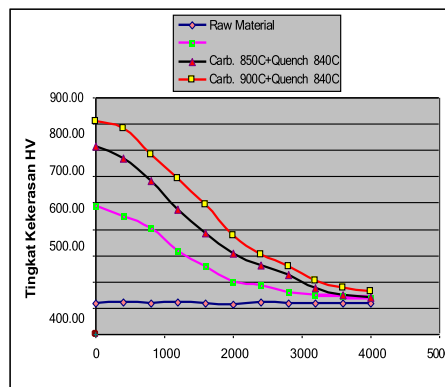


Gambar 1. Sampel Uji Fatigue (ASTME-466)

III. Hasil

1. Pengujian Kekerasan

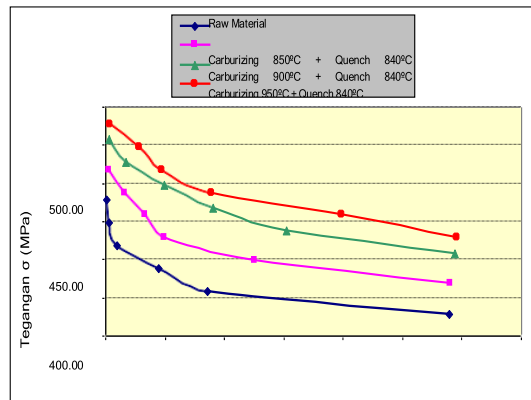
Hasil pengujian distribusi kekerasan mikro permukaan sampel yang mengalami proses pengerasan menunjukkan peningkatan distribusi kekerasan yang berarti. Peningkatan kekerasan pada bagian permukaan bervariasi seiring perubahan temperatur perlakuan. Harga kekerasan permukaan tertinggi terjadi pada temperatur *carburizing* 905°C dilanjutkan dengan proses quench 850°C yaitu 809,03 HV seperti ditunjukkan pada gambar di bawah.



Gambar 2. Jarak dari Permukaan Vs Kekerasan

2. Hasil Pengujian Fatigue

Pengujian *fatigue* menggunakan *rotary bending machine*, jumlah siklus dicatat setelah sampel putus. Hasil pengujian menunjukkan variasi ketahanan lelahnya, baik sampel tanpa perlakuan maupun yang mengalami proses pengerasan. Harga *fatigue* tertinggi diperoleh pada sampel yang mengalami perlakuan pada temperatur 905°C kemudian dilanjutkan dengan proses quench 850°C yaitu 5.910.200 siklus. seperti ditunjukkan pada gambar di bawah.



Gambar 3. Jumlah Putaran Vs Tegangan

IV. Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kekerasan mikro sampel uji setelah mengalami pengerasan permukaan, yaitu 809,03 HV.
2. Kelelahan sampel uji meningkat setelah mengalami pengerasan permukaan, yaitu 5.910.200 siklus

Daftar Pustaka

- [1]. Abbaschian, R. and Robert, E. 1994. Physical Metallurgy Principles. PWS Publishing Company, University of Florida, Boston, , Third Edition.
- [2]. Amstead, B.H. et al. 1992. Teknologi Mekanik (Alih bahasa : Sriati Djaprie), Jakarta : Erlangga, Edisi Ketiga, Jilid 2.
- [3]. Afriany, R. dkk. 2017. Aalisa Pengaruh Variasi Katalis BaCO_3 , NaCO_3 dan CaCO_3 Pada Proses Karburasi Baja Karbon Sedang Dengan Pendinginan Tunggal. TEKNIKA: Jurnal Teknik, 4(1), 38.
- [4]. Bertone, T.J. and Nelly, J.E. 2000. Practical Metallurgy and Materials of Industry. Prentice – Hill, Inc., New York, Fifth Edition.
- [5]. Bahtiar. dkk. 2017. Analisis Kekerasan dan Struktur Mikro Pada Baja Komersil yang Mendapatkan Proses Pack Carburizing dengan Arang Cangkang Kelapa Sawit. Mekanikal, 8(1), 686–696.
- [6]. Collins, J. A. 1992. Failure of Materials in Mechanical Design. A. Wiley Interscience Publication, New York.
- [7]. Fuchs, H.O. 1980. Metal Fatigue in Engineering. A. Wiley Interscience Publication, New York.
- [8]. Schaffer, J.P. et al. 1999. The Science and Design of Engineering Materials, The McGraw - Hill Companies, Inc., New York, Second Edition.
- [9]. Shackelford, J.F. 1992. Introduction to Materials Science for Engineers, Macmillan Publishing Company, New York, Third Edition.
- [10]. Selcuk, B., Ipek, R. and Karamis, M.B. 2003. A Study on Friction and Wear Behavior of Carburized, Carbonitrided and Borided AISI 1025 AND 5115 Steels, Materials Processing Technology, 141 189-196.
- [11]. Smallman, R.E. dan Bishop, R.J. 1999. *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material* (Alih bahasa : Sriati Djaprie), Erlangga, Jakarta, Edisi Keenam.
- [12]. Surdia, T. dan Shinroku. 1985. Pengetahuan Bahan Teknik. PT. Dainippon Gitakarya Printing, Jakarta, : Cetakan Pertama.
- [13]. Sakura, dkk. 2017. “Pengaruh Variasi Karbon Aktif dan Waktu Tahan Terhadap Kekerasan Material JIS G- 3123 Menggunakan Metode Pack Carburizing”. Rekayasa Energi Manufaktur (R.E.M) Jurnal. Vol.2, No.1. Institut Teknologi Adhi Tama. Surabaya.
- [14]. Suryanto, H. dkk. 2003. Pengaruh Penambahan Barium Karbonat pada Media Karburasi Terhadap Karakteristik Kekerasan Lapisan Karburasi Baja Karbon Rendah, Proceeding Seminar Nasional Teknik Mesin Unibraw, Madang,.
- [15]. Sudarsono. 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.
- [16]. Trethewey, K.R. and Chamberlain, J. 1991. Korosi untuk Mahasiswa Sains dan Rekayasa (Alih bahasa : Alex Tri Kantjono Widodo), PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, Edisi Kedua.
- [17]. Vlack, L.H.V. 1986. Ilmu dan Teknologi Bahan (Alih bahasa : Sriati Djaprie), Erlangga, Jakarta, Edisi Keempat.
- [18] Yasa, I. N. 2000. Efek Proses Pack Carburizing Terhadap Kelelahan Baja ST 60. Tugas Sarjana, Program Studi Teknik Mesin, Universitas Udayana, Bali.