

## Kekerasan dan Ketahanan Aus Baja Karbon Rendah Setelah Surface Hardening

Dewa Ngakan Ketut Putra Negara<sup>1,\*</sup>, I Dewa Made Krisnha Muku<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana, Bali - Indonesia

\*devputranegara@unud.ac.id

### Abstrak

Komponen permesinan seperti roda gigi memerlukan sifat yang keras di permukaan namun tetap ulet di bagian inti. Hal ini diperlukan untuk meminimalkan keausan di bagian permukaan dan menjaga agar gigi roda gigi tidak mudah patah. Karakteristik ini dapat diperoleh melalui proses surface hardening yang salah satunya adalah dengan metode pack carburizing. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan kekerasan dan ketahanan aus baja karbon rendah yang di pack carburizing dengan variasi media pendingin. Media karburasi yang digunakan adalah 20% BaCO<sub>3</sub> dan 80% arang pelepah kelapa. Proses dilakukan dengan menempatkan specimen dari baja karbon rendah (0,17 %C) dalam media karburasi dan memanaskan sampai 950<sup>0</sup>C, ditahan selama 2 jam selanjutnya didinginkan di dalam air, oli dan udara. Hasil penelitian menunjukkan kekerasan permukaan tertinggi (256,46 HVN) dan ketahanan aus tertinggi (0,0476 gr/jam) diperoleh dengan menggunakan media pendingin air, sedangkan kekerasan permukaan terendah (117,32 HVN) dan ketahanan aus terendah (0,0857 gr/jam) didapatkan dengan menggunakan media pendingin udara.

**Kata kunci** : Surface hardening, pack carburizing, kekerasan, ketahaus

### Pendahuluan

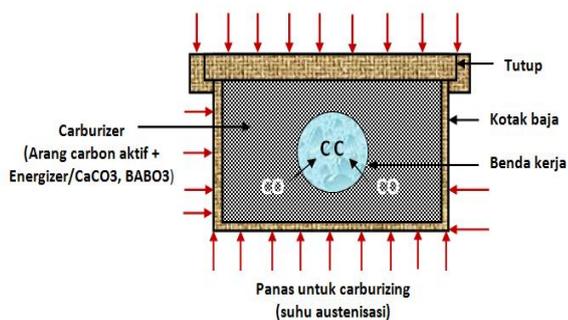
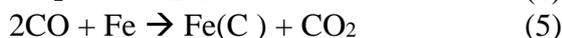
Roda gigi yang digunakan sebagai sistem transmisi pada kendaraan memerlukan sifat yang keras pada permukaan dan tetap ulet pada inti. Keras pada permukaan diperlukan untuk meminimalkan keausan [1] pada permukaan roda gigi karena pada saat beroperasi roda gigi bergesekan dan saling menekan. Keuletan di bagian inti diperlukan untuk mencegah terjadinya retakan atau patahnya gigi-gigi pada roda gigi. Karakteristik ini menjamin pula bahwa roda gigi mampu menahan beban statik dan dinamik [2] serta memiliki umur pakai yang lebih panjang [3], karena kegagalan seperti keausan, retak dan patah dapat diminimalkan [4].

Karakteristik keras di permukaan namun ulet pada inti dapat diperoleh melalui *surface hardening*, salah satunya adalah metode *pack carburizing*. Proses ini merupakan proses yang terjadi secara kimia yaitu dengan menambahkan terlebih dahulu unsur karbon ke permukaan baja. Hal ini disebabkan karena baja karbon rendah tidak dapat dikeraskan dengan *heat treatment* biasa karena kandungan karbonnya yang kurang dari 0,3%. Kandungan

karbon yang rendah ini tidak memungkinkan terbentuknya fasa martensit [5]. Bertambahnya kandungan karbon menyebabkan kekerasannya juga meningkat [6]. Proses pack carburizing diilustrasikan pada gambar 1. Proses ini dilakukan dengan memanaskan baja pada lingkungan yang mengandung karbon pada temperatur 850<sup>0</sup>C-950<sup>0</sup>C (suhu austenisasi) [7]. Pada interval suhu tersebut, karbon memiliki kemampuan yang baik untuk berdifusi. Kedalaman difusi sangat tergantung jarak, semakin jauh jaraknya semakin menurun kemampuan difusinya. Hal ini menghasilkan kandungan karbon yang lebih tinggi pada permukaan dibandingkan inti.

Untuk mempercepat proses difusi, pada pack carburizing ditambahkan *energizer* seperti CaCO<sub>3</sub> atau BaCO<sub>3</sub>. Pada suhu tinggi BaCO<sub>3</sub> akan terurai membentuk barium oksida dan karbon dioksida. Karbon dioksida hasil dekomposisi ini bereaksi dengan karbon dari media karburasi menghasilkan karbon monoksida. Karbon dalam karbon monoksida ini akhirnya berdifusi ke dalam baja bereaksi dengan besi menghasilkan besi karbon dan karbon dioksida. Reaksi ini terjadi secara

kontinu. Reaksi-reaksi difusi ini ditampilkan pada persamaan 1 sampai persamaan 5 [8].

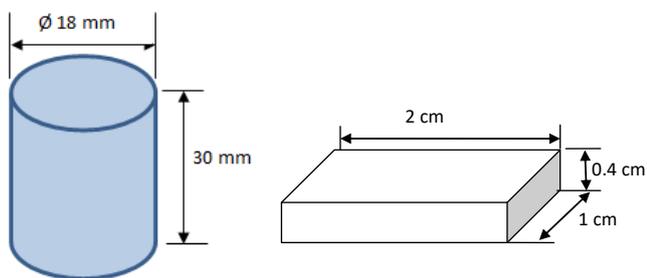


Gambar 1. Ilustrasi pack carburizing [8]

Proses pack carburizing dipengaruhi oleh parameter suhu pemanasan, lama penahanan, media karburasi, energizer dan media pendingin [9]. Pada penelitian ini diteliti efek media pendingin terhadap kekerasan dan ketahanan aus baja karbon rendah.

### Metodologi

Material yang digunakan adalah baja karbon rendah dengan kandungan karbon 0,17%. Spesimen uji kekerasan dibuat berbentuk silinder dengan diameter 18 mm dan panjang 30 mm ditunjukkan pada gambar 2 (a). Spesimen uji kekerasan memiliki dimensi 2 x 1 x 0,4 cm ditunjukkan pada gambar 2 (b).



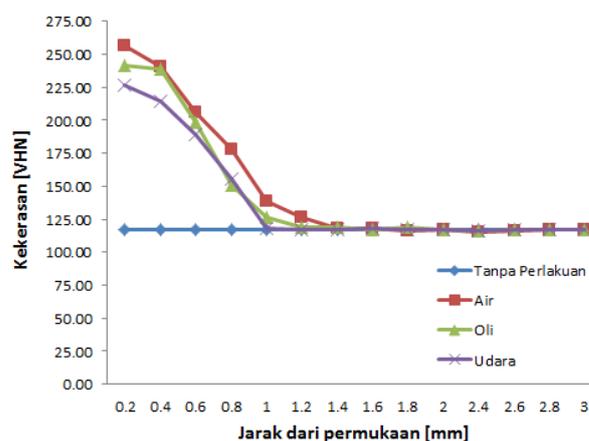
Gambar 2. (a) Spesimen uji kekerasan  
(b) Spesimen uji keausan

Media karburasi yang digunakan adalah campuran arang pelepah kelapa (80%) dan energizer  $\text{BaCO}_3$  (20%). Spesimen uji dimasukkan ke dalam kotak baja yang diisi media karburasi. Untuk menghindari

masuknya gas, antara kotak baja dan tutupnya dilapisi tanah lempung [10]. Kotak baja dipanaskan di dalam dapur listrik sampai suhu  $950^\circ\text{C}$ , ditahan pada suhu tersebut selama 2 jam selanjutnya didinginkan dengan air, oli dan udara. Spesimen dibersihkan dan dilakukan pengukuran kekerasan dengan *Vickers Hardness Tester Machine Zwicle* (0.1-10 kg). Sedangkan keausan diuji menggunakan *Wear Testing Machine*, dimana keausan dinyatakan sebagai pengurangan masa per jam dari specimen. Semakin kecil pengurangan masa semakin tinggi ketahanan aus bahan.

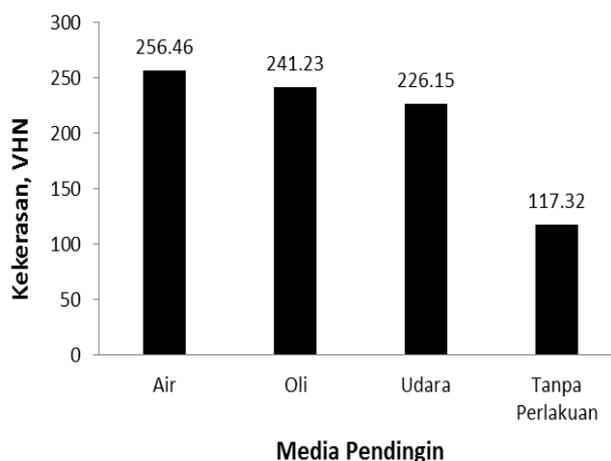
### Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian ditampilkan pada gambar 3 sampai gambar 5.



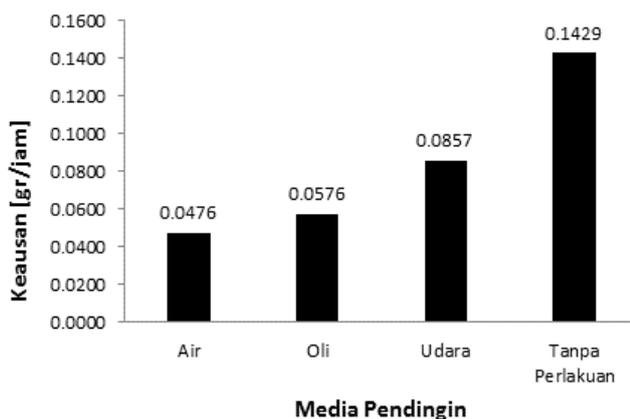
Gambar 3. Distribusi kekerasan

Pada gambar 3 ditunjukkan distribusi kekerasan dari permukaan specimen untuk baja karbon rendah tanpa perlakuan dan setelah pack carburizing. Untuk semua jenis pendingin yang digunakan, distribusi kekerasan memiliki pola yang sama yaitu dari permukaan kekerasan mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya jarak sampai ke inti. Pada jarak tertentu kekerasan yang dicapai sama dengan kekerasan baja tanpa perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa difusi hanya terjadi sampai kedalaman tersebut. Total kedalaman pengerasan ini dinyatakan sebagai *total case depth*. Pendinginan dengan air menghasilkan total case depth tertinggi yaitu 1,4 mm disusul oleh pendinginan dengan oli dan udara dengan nilai masing-masing 1,2 dan 1 mm.



Gambar 4. Kekerasan baja tanpa perlakuan dan setelah pack carburizing.

Pada gambar 4 digambarkan kekerasan baja karbon rendah tanpa perlakuan dan setelah di carburizing. Kekerasan baja karbon rendah yang digunakan adalah 117,32 VHN. Setelah di pack carburizing kekerasan yang dihasilkan mengalami peningkatan untuk semua jenis media pendingin yang digunakan. Kekerasan tertinggi dicapai dengan media pendingin air yaitu mencapai 256,46 VHN disusul dengan pendinginan oli dan udara dengan nilai kekerasan masing-masing 241,23 VHN dan 226,15 VHN.



Gambar 5. Keausan baja tanpa perlakuan dan setelah pack carburizing.

Demikian juga halnya dengan ketahanan aus baja karbon rendah mengalami peningkatan setelah dikarburizing, seperti ditunjukkan pada gambar 5. Keausan baja karbon rendah tanpa perlakuan adalah sebesar 0,1429 gr/jam. Hal ini menunjukkan bahwa

baja tersebut akan kehilangan masa sebesar 0,1429 setiap jamnya. Pendinginan dengan air menghasilkan keausan yang paling rendah yaitu 0,0476/jam, yang berarti memiliki ketahanan aus paling tinggi. Ketahanan aus terendah diperoleh dengan pendinginan udara yaitu 0,0857 gr/jam.

Dari uraian tersebut dapat dilihat bahwa terdapat suatu korelasi antara media pendingin kekerasan dan keausan. Pendinginan dengan air menghasilkan kekerasan tertinggi dibandingkan pendinginan dengan oli dan udara. Kekerasan yang paling tinggi ini menyebabkan baja karbon rendah setelah di carburizing memiliki keausan paling rendah atau memiliki ketahanan aus paling tinggi.

### Kesimpulan

Pack carburizing baja karbon rendah dengan media pendingin air menghasilkan kekerasan permukaan, total case depth, kekerasan dan ketahanan aus paling tinggi dibandingkan dengan media pendingin oli dan udara.

### Ucapan Terimakasih

Terimakasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Udayana melalui Fakultas Teknik yang telah mendanai penelitian ini dalam skim Hibah Unggulan Program Studi.

### Referensi

- [1] Nwoke, V.U, Nnuka E.E, Odo, J.U, and Obiorah S.M.O , 2014, Effect Of Process Variables On The Mechanical Properties Of Surface Hardened Mild Steel Quenched In Different Media, International Journal of Scientific & Technology Research Volume 3, ISSUE 4, 388-398, 2014.
- [2] Ravendra Singh, Vedansh Chaturvedi and Jyoti Vimal, Investigation of Process Parameters for Mechanical and Wear Properties of Carburized mild Steel using Taguchi Approach, International Journal of Research in Engineering & Applied Science (IJREAS), Vol 2, Issue 5, ISSN: 2249-3095, 2012.

- [3] Emmanuel Jose Ohize and Bernard Numgwo Atsumbe, Experimental Determination of the effect of wood Charcoal as Carburizing Material on Hardness, Impact and Tensile Strength of Mild Steel, *Journal of Science, Technology, Mathematics & Education (JOSTMED)*, 9 (2), 2013.
- [4] Muhammad Sadat Hamzah dan Muh. Iqbal, Peningkatan Ketahanan Aus Baja Karbon Rendah dengan Metode Carburizing, *Jurnal SMARTek*, Vol. 6, No. 3, 169-175, 2008.
- [5] Muhammad Iqbal, Pengaruh Temperatur Terhadap Sifat Mekanis pada Proses Pengarbonan Pada Baja Karbon Rendah, *Jurnal SMARTek*, Vol. 6, No. 2, 104 – 112, 2008
- [6] Devis J.R, *Surface Treatment of Steels, Understanding the Basics*, ASM International, 2002.
- [7] Amanto, H. dan Daryanto, *Ilmu Bahan*, Bumi Aksara, Jakarta Arifin, 1977.
- [8] Budinski, G.K, *Engineering Materials Properties Selection “Fourth Edition”*. Prentice Hall. New Jersey, 1999.
- [9] Hochman R and Burson J., *The Fundamentals of Metal Dusting*, New York: API Division of Refining, 1966
- [10] Fatai Olufemi Aramide, Simeon Ademola Ibitoye, Isiaka Oluwole Oledede, and Joseph Olatunde Borode, *Pack Carburizing Of Mild Steel, Using Pulverized Bone As Carburizer; Optimizing Process Parameters*. Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies, Issue 16, 1-12, 2010.