

Pengaruh pack carburizing media arang tempurung kelapa terhadap ketahanan aus baja komersial dengan variasi pelumas

Wahyu Richard Nugraha¹, Muhammad Iqbal², Sri Chandrabakty²

¹Program Sarjana Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako
Jl. Soekarno Hatta Km.9 Tlp. (0451) 422611- 422355

²Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako
Jl. Soekarno Hatta Km.9 Tlp. (0451) 422611- 422355
Email korespondensi: iqbaluntad02@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pack carburizing media arang tempurung terhadap ketahanan aus baja SNI TP 24 dengan variasi pelumas. Media karbon yang digunakan yaitu arang tempurung kelapa. Proses pack carburizing dilakukan pada temperatur 950°C dengan quenching media air dan tempering dengan suhu 200°C, setelah proses pack carburizing kemudian dilakukan pengujian keausan dengan variasi pelumas SAE 40, SAE 90, SAE 140 dan juga tanpa pelumas (TP). Pada spesimen yang mengalami proses pack carburizing untuk pengujian SAE 40 dan SAE 90 diperoleh laju keausan sebesar 0,08% dengan faktor keausan sebesar 0,00193 mm³/N.km dan 0,00202 mm³/N.km, kemudian untuk pengujian SAE 140 laju keausan sebesar 0,05% dan faktor keausan sebesar 0,00128 mm³/N.km, serta untuk pengujian tanpa pelumas (TP) sebesar 0,31% dan faktor keausan sebesar 0,00807 mm³/N.km. Sedangkan pengujian raw material pada pengujian SAE 40 laju keausan dan faktor keausan sebesar 0,19% dan 0,00504 mm³/N.km. Hasil pengujian di dapatkan jika faktor keausan terkecil terdapat pada pelumas SAE 140. Hal ini membuktikan bahwa pelumas yang memberikan ketahanan aus tertinggi yaitu pelumas SAE 140, pelumas jenis ini lebih kental dan dapat melapisi seluruh permukaan yang terjadi kontak.

Kata kunci: pak carburizing, arang tempurung kelapa, keausan, pelumas, baja komersial

Abstract

This research was conducted to determine the effect of carburizing pack of charcoal shell on wear resistance of steel SNI TP 24 with variation of lubricant. Carbon used is coconut shell charcoal. Carburizing pack process is done at temperature 950°C with quenching water medium and tempering with temperature 200°C, after carburizing pack process then do wear wear with variation of SAE 40 oil, SAE 90, SAE 140 and also without lubricant (TP). The wear rate on specimens undergoing carburizing process for SAE 40 and SAE 90 testing was 0.08% with wear factor of 0.00193 mm³ / N.km and 0.00202 mm³ / N.km, then for SAE 140 test the wear rate 0.05% and wear factor of 0.00128 mm³ / N.km, as well as for non-lubricant testing (TP) of 0.31% and wear factor of 0.00807 mm³ / N.km. While testing of raw material at SAE test 40 wear rate and wear factor 0,19% and 0,00504 mm³ / N.km. the test results are obtained if the smallest wear factor is found on SAE 140 lubricants. This proves that the lubricant that provides the highest wear resistance of SAE 140 lubricants, this type of lubricant is more viscous and can coat all contact surfaces

Keywords: pack carburizing, coconut shell charcoal, wear and tear, lubricant, commercial steel

1. Pendahuluan

Dalam perkembangan teknologi saat ini diperlukan suatu metode untuk meningkatkan sifat material logam. Salah satu yakni proses perlakuan permukaan. Metode ini mempunyai tujuan untuk merekayasa permukaan suatu material dan meningkatkan sifat mekanis material yang mempunyai sifat lebih baik, diantaranya ketahanan aus. Kandungan karbon di dalam komposisi baja berpengaruh terhadap sifat mekanis. Sifat ini dibutuhkan beberapa komponen mesin yang saling bergesekan karena fungsinya harus mempunyai kekerasan tertentu. Pengerasan langsung hanya dapat dilakukan oleh baja dengan kandungan karbon diatas 0,35%. Sedangkan untuk baja dengan

kandungan karbon dibawah 0,35% harus melalui proses penambahan karbon.[1]

Pada proses perancangan permesinan salah satu hal yang terpenting adalah masa pakai atau usia pemakaian mesin terhadap penggunaan yang berulang-ulang dalam kurun waktu yang tertentu, banyak faktor yang mempengaruhi hal tersebut, khususnya dalam komponen yang saling bersinggungan (kontak), misalnya ball bearing, poros, gesekan piston terhadap dinding silinder dalam motor bakar, gesekan antara roda gigi dan rantai serta mesin-mesin yang mengalami kontak dan sebagainya.

Pada kondisi aktualnya, komponen permesinan mempunyai beberapa kelemahan sehingga mengakibatkan kegagalan dalam proses operasinya. Jenis kegagalan yang sering terjadi adalah (1) keausan, (2) deformasi, (3) sobek (4) pecah. Pengerasan permukaan melalui proses pack carburizing merupakan salah satu cara mengurangi terjadinya kegagalan pada komponen. Baja karbon rendah yang secara meluas digunakan sebagai bahan dasar komponen serta konstruksi mesin yang sederhana seperti pengarah roda gigi dan dudukan pada poros. Sifat yang keras pada bagian permukaan serta ulet pada bagian inti baja karbon rendah dapat diperoleh dengan melakukan proses *pack carburizing* media arang tempurung kelapa sebagai unsur carburizer dan CaCO_3 sebagai bahan aktivator atau unsur *energizer*.

Dalam pengaplikasiannya baja karbon sering digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan alat-alat perkakas, komponen mesin, struktur bangunan dan lain sebagainya. [2] mendefinisikan baja karbon dapat diklasifikasikan berdasarkan jumlah presentasi komposisi kimia karbon dalam baja yakni sebagai berikut :

1. Baja karbon rendah (*Low carbon steel*)

Baja karbon rendah merupakan baja dengan kandungan karbon dalam struktur baja kurang dari 0,3% C.

2. Baja karbon sedang (*Medium carbon steel*)

Baja karbon sedang merupakan baja karbon dengan presentasi sebesar 0,3% C – 0,59 % C.

3. Baja karbon tinggi (*High carbon Steel*)

Baja karbon tinggi memiliki presentasi kandungan karbon sebesar 0,6% C – 1,4% C.

Temperatur yang dipakai dalam proses karburisasi adalah temperatur austenisasi yaitu berkisar antara 760°C – 1300°C . Temperatur karburisasi untuk tiap jenis material berbeda-beda. Selain waktu tahan dan variasi suhu *carburizing* , telah diteliti pula peningkatan ketahanan aus baja karbon rendah dengan metode *carburizing*, didapatkan pada proses *carburizing* dengan temperatur 950°C yang dilanjutkan dengan pengerasan pada temperatur 840°C memberikan peningkatan ketahanan aus tertinggi sebesar 83,6% dibandingkan dengan ketahanan aus *raw material* [3]. Dalam karburisasi ada beberapa variabel yang berpengaruh terhadap *case depth* yaitu waktu dan temperatur, komposisi media karburisasi dan kandungan karbon di dalam baja tersebut.

Pengaruh variasi temperatur dengan penambahan Barium Carbonate (BaCO_3) sebesar 0%, 15%, 20% dan 25% terhadap perubahan sifat mekanis dan struktur mikro baja AISI 1020 dengan variasi temperatur yang digunakan 850°C , 900°C dan 950°C dengan waktu penahanan 2 jam. Proses pengarbonan, sumber arang yang dipakai yaitu arang tempurung kelapa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa

temperatur 950°C dengan penambahan BaCO_3 sebesar 20% mempunyai peningkatan kekerasan dan ketahanan aus tertinggi sebesar 828 kg/mm^2 dan $2,0678 \cdot 10^{-5} \text{ kg/mm}^2$. [4]

2. Metode

Bahan utama dalam penelitian ini yaitu baja komersial, dengan jenis baja yang digunakan yaitu SNI TP 24 dan dibuat sesuai standar ASTM G99-95a. Sedangkan untuk arang yang digunakan pada penelitian ini yaitu arang tempurung kelapa dengan mesh 30 dengan fraksi 80% dan calcium carbonate (CaCO_3) 20% fraksi berat. Pengujian keausan dengan alat *tribometer pin - on - disc* seperti Gambar 1, dengan putaran *disc* diatur dengan kecepatan 570 rpm, dan penekanan pada *pin* sebesar 1,3 kg. Pengambilan data pengujian *tribometer pin on - disc* dilakukan setiap 1 jam sekali selama 5 kali pengujian.



Gambar 1. Tribometer Pin - On - Disc

Proses pengarbonan dilakukan dengan menggunakan arang bambu, kulit kakao dan kulit kemiri sebagai media pengarbonan dan calcium carbonate (CaCO_3) sebagai pengaktif. Dengan fraksi komposisi calcium carbonate 20%. Kemudian mencampurkan serbuk arang aktif dan serbuk barium karbonat digunakan alat mixing, agar proses pencampuran dapat tercampur secara merata. Selanjutnya media tersebut dimasukkan kedalam kotak pack carburizing sebagai wadah benda uji, benda uji diatur sesuai dengan jarak yang sudah ditentukan dalam kotak lalu ditaburi kembali dengan serbuk yang sudah tercampur secara merata kemudian media tersebut dipadatkan dengan cara ditumbuk, setelah itu kotak ditutup disela-sela penutup kotak dilapisi dengan tanah liat agar tidak terjadi kebocoran gas karbon saat proses pengarbonan dan dimasukkan kedalam dapur pemanas (Furnance). Pemanasan dilakukan dengan temperatur 950°C dalam lingkungan yang menyerap karbon, lalu ditahan selama 2 jam.

Pengujian keausan dilakukan dengan metode pin-on-disc untuk mengetahui unjuk kerja dari material tersebut dan alat uji tribometer Pin on-disc adalah alat uji keausan yang terdiri dari pin dan disc. Dengan ukuran disc $\varnothing 100 \text{ mm}$, distance sebesar 35 mm dan ukuran pin $\varnothing 10 \text{ mm}$. Putaran diatur dengan kecepatan rata-rata 570 rpm, gaya tekan pada proses

pengausan berlangsung sebesar (1,3 kg). Setiap selesai waktu pengujian pin ditimbang dengan menggunakan timbangan digital dengan akurasi 0,001 gr. Untuk mengetahui berat perubahannya, dan untuk lebar injakan pin pada disc dan hasil goresan pada pin. Jarak tempuh pada pengujian di peroleh.

Untuk berat keausan, laju keausan, volume keausan dan faktor keausan dapat dihitung menggunakan persamaan di bawah ini :

$$\Delta m = m_1 - m_2$$

$$LK = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\%$$

Di mana :

Δm = berat keausan
 m_1 = berat awal (gr)
 m_2 = berat akhir (gr)
 LK = Laju Keausan (%)

$$\Delta V = \frac{\Delta M}{\rho}$$

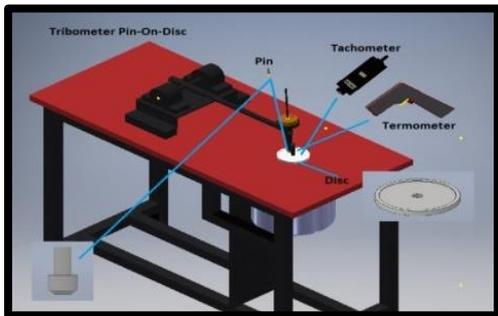
Di mana :

ΔV = volume keausan (mm³)
 ρ = massa jenis (gr/mm³)

$$k = \frac{\Delta V}{F.L}$$

Di mana :

k = faktor keausan (mm³/N.km)
 F = beban (N)
 L = jarak tempuh (km)



Gambar 2. Skema pengujian Tribometer Pin - On - Disc

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian densitas dilakukan dengan cara mengukur volume awal dari gelas ukur dan alkohol, setelah itu menimbang serbuk arang tempurung kelapa dengan massa 2 gram, lalu dimasukkan kedalam gelas ukur berisi alkohol dan dilihat berapa besar peningkatan volume dari alkohol tersebut.

Tabel 1 Hasil pengujian densitas arang tempurung kelapa

DENSITAS ARANG TEMPURUNG KELAPA			
No	Massa (gram)	Volume (cm ³)	Massa jenis (gr/cm ³)
1	2.00	1.60	1.25

2	2.00	1.62	1.23
3	2.00	1.62	1.23
4	2.00	1.60	1.25
5	2.00	1.60	1.25
Rata-rata			1.24

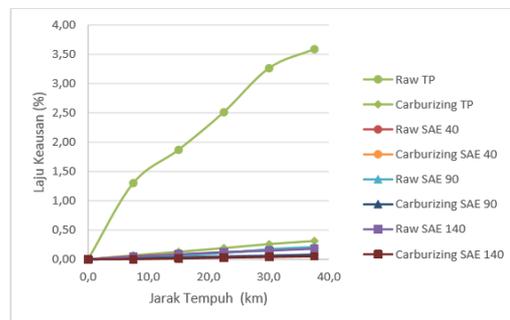
Pengamatan secara visual antara spesimen *raw material* dan spesimen yang telah mengalami proses *pack carburizing*, pengamatan secara visual dapat dilihat pada Gambar 3.



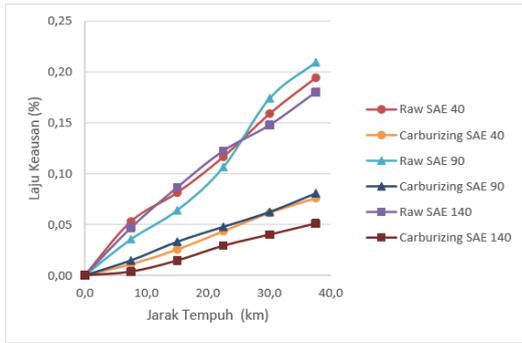
a. Raw Material b. Pack carburizing

Gambar 3. Pengamatan visual

Laju keausan untuk semua jenis pengujian terlihat spesimen *raw material* dengan pengujian Tanpa Pelumas (TP) mempunyai laju keausan sebesar 3,59% dan untuk spesimen *carburizing* TP laju keausan sebesar 0,31%. Laju keausan untuk pengujian menggunakan pelumas menunjukkan pengujian dengan pelumas SAE 40 pada spesimen raw laju keausan 0,19% dan untuk spesimen *carburizing* laju keausan 0,08%, Kemudian untuk hasil pengujian pelumas SAE 90 spesimen raw mendapatkan laju keausan 0,21% dan untuk spesimen *carburizing* laju keausan 0,08%. dan untuk pengujian dengan pelumas SAE 140 laju keausan spesimen *raw* 0,18% dan spesimen *carburizing* didapatkan sebesar 0,05%. Terlihat pada gambar 4 dan 5. Jarak tempuh diperoleh dari putaran panjang lintasan dihitung dari diameter keliling lintasan dikalikan dengan jumlah putaran.

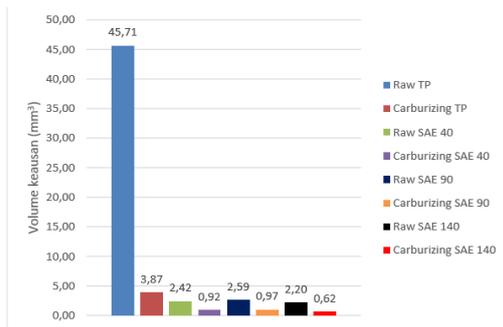


Gambar 4. Laju keausan pin pada pengujian TP, SAE 40, SAE 90 dan SAE 140



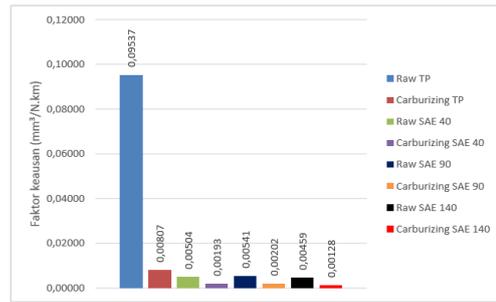
Gambar 5. Laju keausan pin pada pengujian SAE 40, SAE 90 dan SAE 140

Volume keausan tertinggi didapatkan pada pengujian TP spesimen raw, hal ini terjadi karena pin berkontak langsung dengan disc dan pin tidak mampu menahan gesekan yang terjadi, gesekan juga dipengaruhi oleh beban dan topografi permukaan yang mengakibatkan terjadinya penurunan volume dari pin, Untuk pengujian dengan variasi pelumas, volume keausan terkecil didapatkan pada SAE 140, karena pelumas jenis ini lebih kental dan dapat menahan gesekan yang terjadi, yang membuat penurunan volume keausan semakin kecil, Gambar 6.



Gambar 6. Volume keausan pin pada pengujian TP SAE 40, SAE 90 dan SAE 140

Hasil pengujian menunjukkan faktor keausan tertinggi terdapat pada pengujian TP untuk spesimen raw material. Hal ini terjadi karena gesekan yang terjadi membuat topografi permukaan tidak rata, pada hampir semua kasus gesekan akan mendorong ke arah menurunnya keausan seperti halnya pada pengujian menggunakan pelumas SAE 140, untuk spesimen raw material ataupun spesimen carburizing memiliki nilai faktor keausan yang sangat kecil, karena pelumas bekerja menutupi kontak area, sehingga faktor keausan dapat ditekan sekecil mungkin Gambar 7.



Gambar 7. Faktor keausan pin pada pengujian TP SAE 40, SAE 90 dan SAE 140

Dalam penelitian ini digunakan unsur kimia calcium carbonate (CaCO₃) sebagai aktivator dan carburizer yang digunakan yaitu arang tempurung kelapa. Penambahan unsur kimia kedalam proses carburizing akan meningkatkan karbon potensial yang mengakibatkan proses difusi berlangsung cepat dan proses masuknya atom karbon ke permukaan baja akan semakin dalam [2]. Pada umumnya setelah proses carburizing diikuti dengan proses quenching atau pendinginan cepat di mana hasil ini akan membuat baja mempunyai fasa martensit dengan nilai kekerasan berkisar antara 500-1000 kg/mm² tergantung dari kandungan karbon [8], sifat atau ciri khas dari martensit adalah rapuh (brittle) sehingga perlu adanya proses tempering atau pemanasan kembali pada baja yang telah dikeraskan pada suhu dibawah suhu kritis, melalui proses tempering kekerasan dapat diturunkan sampai memenuhi persyaratan penggunaan. Hasil penelitian dari proses carburizing yang dilanjutkan dengan proses quenching menggunakan media pendingin air dan kemudian di tempering pada suhu 200°C terjadi penurunan laju keausan pada semua pengujian keausan dengan variasi SAE 40, SAE 90, SAE 140 dan juga tanpa pelumas (TP) dibandingkan dengan raw material. Untuk pengujian tanpa pelumas (TP), SAE 40, SAE 90, dan SAE 140 terjadi penurunan laju keausan sebesar 91,27%, 60,69%, 61,52% dan 71,71%.

Apabila dibandingkan dengan spesimen raw material maka terjadi peningkatan laju keausan sebesar 32,8% untuk pelumas SAE 40 dan SAE 90, untuk faktor keausan pada pelumas SAE 40 sebesar 0,00193 mm³/N.km, SAE 90 sebesar 0,00202 mm³/N.km dan SAE 140 mempunyai nilai faktor keausan sebesar 0,00128 mm³/N.km, faktor keausan terkecil terdapat pada pelumas SAE 140. Hal ini membuktikan bahwa pelumas yang memberikan ketahanan aus tertinggi yaitu pelumas SAE 140, pelumas jenis ini lebih kental dan dapat melapisi seluruh permukaan yang terjadi kontak.

4. Kesimpulan

Pada hasil pengujian pengaruh pack carburizing media arang tempurung kelapa terhadap ketahanan aus baja SNI TP 24 dengan variasi pelumas SAE 140

sebesar 0,05% dengan volume keausan sebesar 0,615 mm³ dan faktor keausan sebesar 0,00128 mm³/N.km, apabila dibandingkan dengan spesimen raw material pengujian SAE 140 terjadi penurunan laju keausan sebesar 71,71%. Sementara laju keausan tertinggi terdapat pada pengujian tanpa pelumas (TP) untuk spesimen raw material sebesar 3,59% dengan volume keausan sebesar 45,705 mm³. Pengamatan foto makro pin dan disc menunjukkan hasil pada pengujian tanpa pelumas (TP) untuk spesimen raw material memberikan hasil goresan terbesar baik pada pin dan juga jejak injakan pin pada disc, Selain itu pelumas SAE 140 memberikan ketahanan aus tertinggi dibandingkan SAE 90, SAE 40 dan tanpa pelumas, hal tersebut menunjukkan jika pelumas jenis dapat melapisi seluruh permukaan yang terjadi kontak.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini dibantu oleh mahasiswa jurusan teknik mesin Universitas Tadulako

Daftar Pustaka

- [1] Y. Aldor, 2012. Pengaruh Proses Pack Carburizing Media Arang Tempurung Kelapa Terhadap Sifat Mekanis Baja Karbon Rendah. Universitas Tadulako.
- [2] ASM Hand Books, 1990. ASM Handbook (Properties and Selection : Iron, Steel, and High-Perform ance Alloys), 10th ed. ASM International.
- [3] M.S. Hamzah, dan M. Iqbal, 2008. Peningkatan Ketahanan Aus Baja Karbon Rendah Dengan Metode Carburizing . SMARTek 6 169–175.
- [4] Koswara, Engkos, 1999. Pengujian Bahan Logam. Utama Press.
- [5] R.W. Honeycombe, dan H.K.D Bhadesia,. 1995. Steel, Microstructure and Properties. Edward Arnold , London. Europe.
- [6] M. Iqbal, , 2007. Pengaruh Pack Carburizing Media Arang Tempurung Kelapa - Barium Carbonat Terhadap Kekerasan Dan Keausan Pada BAJA AISI 1020. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- [7] E. Armanto, Burhanuddin, A., Krisnandi, D.D., Prabowo, D., Ismoyo dan Jamari, 2012. Perancangan Mesin Uji Tribologi Pin-On-Disc. Program Studi Magister Teknik Mesin Universitas. Diponegoro Semarang.
- [8] N.A. Besihi, Darmanto dan I Syafa'at, 2013. Analisis Keausan Baja St.60 Menggunakan Tribotester Pin - On Disc Dengan Variasi Kondisi Pelumas. Momentum 9 No 2, 1–4.