JurnalMekanikal, Vol. 9 No.2: Juli 2018: 839-843 e-ISSN 2502-700X
p-ISSN 2086-3403

PENGARUH SUHU TEMPERING TERHADAP SIFAT KEKERASAN DAN KEAUSAN BAJA SNI TP-24 DENGAN PROSES *PACK CARBURIZING* MEDIA ARANG TEMPURUNG KELAPA

Muhammad Iqbal [1], Eriek Aristya Pradana Putra [2], Muh Iqbal Mukhsen[3] , Amunadi[4]
[1,2,4]Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Tadulako Palu
Jl. Soekarno-Hatta Km. 9 Tondo, Palu 94119
E-mail : erik.aristya@gmail.com
[3.] Department of Mechanical, Politeknik State of Ujung Pandang.,
Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245, Indonesia
Email: iqbal.mukhsen@poliupg.ac.id

Abstract: Effect of tempering temperature on the hardness and wear characteristics of SNI TP-24 steel with carburizing process of coconut shell charcoal media. This research was conducted to determine the effect of tempering temperature variations on the value of hardness and wear rates on SNI TP 24 steel with pack carburizing process of coconut shell charcoal media. Carbon media used are coconut shell charcoal with a percentage of (80%) and CaCO3 of (20%). The carburizing pack process is carried out at a temperature of 950°C with a holding time of 2 hours, quenching the water media and tempering for 1 hour at a temperature of 300°C, 400°C, 500°C, after the carburizing pack process then hardness testing and wear testing. The study was conducted at the Laboratory of the Department of Mechanical Engineering, Tadulako University.
The hardness test results on raw material is 177 Kg / mm2, after the carburizing pack process the hardness value is 726.06 Kg / mm2 while for temperature variations the tempering value also varies. At a tempering temperature of 300 ° C the hardness value is 453.50 kg / mm2, tempering 400 ° C has a hardness value of 369.90 kg / mm2 and a tempering temperature of 500 ° C has a hardness value of 314.57 kg / mm2. The results of wear testing with the same mileage is 37.58 km that the wear rate for raw material is 11.11% and the wear factor is 0.0294 mm3 / N.km. Rapid cooling (quenching) wear rate decreased to 0.25% with a factor of 0.00650 mm3 / N.km. Temperature variation of each variation is different value of the wear rate. For the tempering temperature of 300 ° C the wear rate reached 0.46% and the wear factor was 0.01220 mm3 / N.km, the tempering temperature 400 ° C the wear rate value was 0.53% and the wear factor was 0.01300 mm3 / N.km while tempering temperature of 500 ° C the wear rate reaches 0.98%, and the wear factor is 0.02451 mm3 / N.km.
Keywords: pack carburizing, suhutempering, coconut shell charcoal, hardness, wear, SNI TP 24 steel

Abstrak : Pengaruh suhu tempering terhadap sifat kekerasan dan keausan baja SNI TP-24 dengan proses pack carburizing media arang tempurung kelapa. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur tempering tehadap nilai kekerasan dan laju keausan pada baja SNI TP 24 dengan proses *pack carburizing* media arang tempurung kelapa. Media karbon yang digunakan yaitu arang tempurung kelapa dengan persentase sebesar (80%) dan $CaCO_3$ sebesar (20%). Proses *pack carburizing* dilakukan pada temperatur 950°C dengan waktu penahanan selama 2 jam, *quenching* media air dan temperingselama 1 jam dengan suhu 300°C, 400°C, 500°C, setelah proses *pack carburizing* kemudian dilakukan pengujian kekerasan dan pengujian keausan. Penelitian dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Universitas Tadulako.
Hasil pengujian kekerasan pada *raw material* adalah 177 Kg/mm^2, setelah proses *pack carburizing* nilai kekerasan adalah sebesar 726,06 Kg/mm^2 sedangkan untuk variasi suhu tempering nilai kekerasannya pun bervariasi. Pada suhu tempering 300°C nilai kekerasannya 453,50 kg/mm^2, tempering 400°C nilai kekerasannya 369,90 kg/mm^2 dan tempering 500°C nilai kekerasannya 314,57 kg/mm^2. Hasil pengujian keausan dengan jarak tempuh yang sama yaitu 37,58 km bahwa laju keausan untuk *raw material* sebesar1,11% dan faktor keausannya 0,0294 mm^3/N.km. Pendinginan cepat (*quenching*) laju keausannya menurun menjadi 0,25% dengan faktor keuasannya 0,00650 mm^3/N.km. Variasi suhu temperingsetiap variasi berbeda nilai laju keausannya. Untuk suhu tempering 300°C nilai laju keausannya mencapai 0,46% dan faktor keausannya 0,01220 mm^3/N.km, suhu tempering 400°C nilai laju keausannya 0,53% dan faktor keausannya 0,01300 mm^3/N.km sedangkan suhu tempering 500°C laju keausannya mencapai 0,98%, dan faktor keausannya 0,02451 mm^3/N.km.

Kata Kunci : *pack carburizing,* suhutempering,arang tempurung kelapa, kekerasan, keausan, baja SNI TP 24

PENDAHULUAN

Baja merupakan material yang banyak digunakan dalam bidang industri, sebab baja memiliki sifat kekerasan, kekuatan, ketangguhan dan keuletan yang baik. Penerapan di bidang industri, peralatan ataupun komponen mesin terkadang memerlukan material baja yang memiliki nilai kekerasan yang tinggi pada bagian permukaan namun juga memiliki sifa ulet, Untuk memenuhi tujuan tersebut biasanya dilakukan proses *hardening* terhadap peralatan dan komponen baja tersebut agar dapat dipergunakan secara optimal. Untuk meningkatkan nilai kekerasannya dapat dilakukan pelakuan permukaan dengan proses pengerasan permukaan atau *surface hardening.*

Baja hasil *surface hardening* memiliki nilai kekerasan yang tinggi, namun terkadang seringnya terjadi kontak mekanik antar komponen mampu membuat terjadinya keausan. Kontak mekanik (*contact mechanics*) merupakan hal yang penting dalam mempelajari bagaimana struktur topografi permukaan (*asperity)* mengalami deformasi, sedangkan ilmu yang mempelajari tentang interaksi antar permukaan yang bergerak relatif satu sama lain adalah tribology.

Tribologi merupakan salah satu ilmu terapan dibidang teknik mesin yang mempelajari gesekan, keausan dan pelumasan, memberikan kontribusi dalam upaya meminimalkan keausan akibat kontak antara dua permukaan, sehingga dapat diterapkan di industri untuk menganalisa kasus kegagalan atau kerusakan pada komponen mesin. Keausan umumnya dikenal sebagai kehilangan materi yang timbul sebagai akibat interaksi mekanik dua permukaan yang bergerak slidding dan dibebani, ini merupakan fenomena normal yang terjadi jika dua permukaan saling bergesekan, maka akan ada keausan atau perpindahan materi.

Untuk itu dilakukan penelitian untuk mengetahui nilai laju keausan pada bahan baja SNI TP 24 yang mengalami proses pack carburizing dengan menggunakan arang tempurung kelapa sebagai carburizer dan calcium carbonat sebagai bahan activator.

Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, baja SNI TP 24 akan dibuat sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan sesuai standar ASTM E-92 dan ASTM G99-95a.

Gambar 1. Spesimen uji keausan dan kekerasan

Pada proses pembuatan serbuk arang tempurung kelapa, tempurung terlebih dahulu dihancurkan sampai berbentuk serbuk, kemudian diayak menggunakan ayakan dengan ukuran mesh 30. Proses pengarbonan dilakukan dengan meggunakan media bubuk arang tempurung kelapa dan calcium carbonat ($CaCO_3$) sebagai energizer.

kotak sebagai wadah benda uji yang terbuat dari plat baja. Pemanasan dilakukan dengan temperatur 950°C dalam lingkungan yang menyerap karbon, lalu ditahan beberapa lama pada suhu tersebut kemudian didinginkan (Iqbal, 2007). Proses carburizing dilakukan dengan cara benda uji dimasukan dalam kotak yang telah dicampur antara serbuk arang tempurung kelapa 80% dan calcium carbonate ($CaCO_3$) 20%.

Benda uji diatur sesuai dengan jarak yang sudah ditentukan dalam kotak carburizing kemudian ditaburi kembali serbuk arang tempurung kelapa yang

e-ISSN 2502-700X
p-ISSN 2086-3403

sudah dicampurkan dengan ($CaCO_3$) secara merata dan media karburasi dipadatkan dengan cara ditumbuk, hal ini untuk mengurangi O_2 di dalam media karburasi yang dapat menyebabkan dekarburasi. Selanjutnya tutup kotak carburizing dipasang rapat dengan menempelkan tanah liat di sela-sela penutup dan dimasukan kedalam dapur pemanas (furnace).Temperatur awal furnace yaitu 26°C, selanjutnya furnace diatur suhunya sampai dengan temperatur 950°C dan ditahan selama 2 jam.

Setelah proses *carburizing*, langkah selanjutnya kotak *carburizing* dikeluarkan dari dalam furnace kemudian spesimen diquenching dengan media air. Setelah proses quenching, langkah selanjutnya adalah proses pemanasan kembali (tempering) pada spesimen dengan temperatur 300°C, 400°C dan 500°C dan ditahan selama 1 jam kemudian didinginkan dalam pendinginan udara. Proses tempering bertujuan untuk menghilangkan tegangan sisa pada spesimen.

Pengujian yang digunakan adalah dengan metode pengujian kekerasan Vickers dan uji keausan dengan metode Pin-on-disk

Hasil dan Pembahasan

Dari pengujian yang dilakukan dengan menggunakan baja SNI TP-24 dengan proses pack carburizing dengan memvariasikan suhu tempering maka diperoleh hasil berupa perubahan sifat kekerasan dan juga laju keausan yang terjadi.

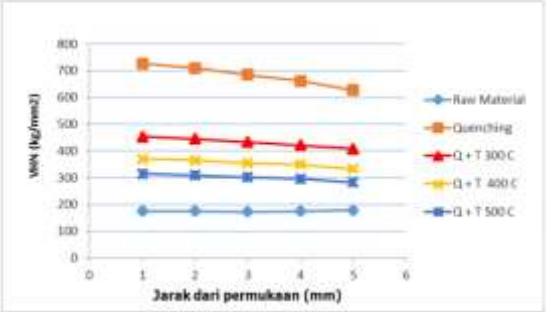
Hasil uji kekerasan

Pada pengujian ini menggunakan lima titik yang dimulai dari permukaan sampai dibagian inti benda uji. Beban yang digunakan yaitu 125 kg.

Tabel 1 Hasil pengujian kekerasan

Titik	VHN (kg/mm²)				
	Raw Material	Suhu *Carburizing* 950°C			
		Quenching	*Q* +T 300° C	*Q* +T 400° C	*Q* +T 500° C
1	174.79	726.09	453.50	369.90	314.57
2	174.74	709.29	445.09	365.27	308.55
3	172.23	685.00	432.92	354.75	301.55
4	174.25	662.04	421.36	348.93	295.91
5	177.81	626.77	408.52	332.48	282.98

Pada spesimen yang sudah mengalami *carburizing* dan kemudian dipanaskan kembali (tempering) terlihat terjadi penurunan nilai kekerasan dibandingkan dengan pendinginan cepat (*quenching*) dimana tempering 300°C nilai kekerasannya 453,50 kg/mm^2, tempering 400°C nilai kekerasannya 369,90 kg/mm^2, dan tempering 500°C nilai kekerasannya 314,57 kg/mm^2. Peningkatan kekerasan permukaan pada variasi suhu tempering yaitu tempering 300°C peningkatannya mencapai 155%, tempering 400°C peningkatannya mencapai 108%, sedangkan tempering 500°C peningkatannya mencapai 76% dibandingkan dengan *raw material.*



Gambar 2 Grafik perbandingan kekerasan lapisan permukan *carburizing* dengan *raw material*

Hasil pengujian kekerasan memperlihatkan bahwa semakin jauh titik penekanan dari permukaan maka nilai kekerasan pada spesimen semakin menurun. Peningkatan nilai kekerasan pada bagian luar spesimen disebabkan karena adanya proses *pack carburizing,* pada saat temperatur mencapai fasa austenit terjadi perubahan struktur butir sehingga menyebabkan terjadinya proses difusi atom media *carburizing* kedalam permukaan material.

e-ISSN 2502-700X
p-ISSN 2086-3403

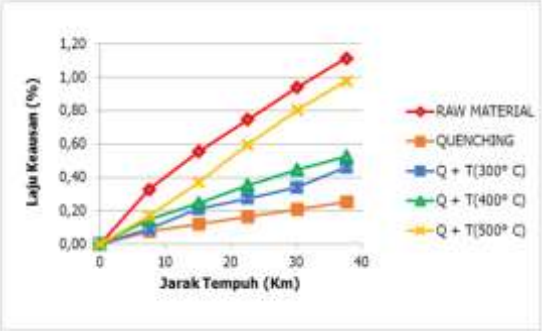
Hasil uji keausan

Metode pegujian *pin-on-disc*menggunakan alat uji keausan denganstandarisasi ASTM G99-95a. Pada pengujian keausan lebih difokuskan pada *pin*. Gesekan yang terjadi antara *pin* dengan *disc* yang akan menyebabkan permukaan pada *pin* tergerus atau terjadi keausan abrasif, sehingga pada jarak tertentu bisa dilihat laju keausannya pada Tabel 4.2.

Tabel 2 Persentasi keausan (%) pada spesimen *pin*

No	Jarak Tempuh (km)	Laju Keausan (%)				
		Raw Material	Suhu *Carburizing* 950°C			
			Quenching	Q+T 300° C	Q+T 400° C	Q+T 500° C
1	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	7,51716	0.33	0.08	0.09	0.15	0.17
3	15,03432	0.55	0.12	0.21	0.25	0.37
4	22,55148	0.75	0.16	0.27	0.35	0.60
5	30,06864	0.94	0.21	0.34	0.44	0.80
6	37,5858	1.11	0.25	0.46	0.53	0.98

Pada gambar3terlihat bahwa pada proses *carburizing* pada temperatur 950°C selama 2 jam dengan pendinginan cepat (*quenching*) grafik laju keausan pada *pin* sangat dipengaruhi oleh jarak tempuh. Sehingga semakin jauh jarak tempuhnya maka nilai keausannya meningkat. Pada jarak tempuh 37,5858 km untuk raw material nilai laju keausannya mencapai 1,11% sedangkan pada material *quenching* nilai laju keausannya yaitu 0,25%.



Gambar 3. Grafik laju keausan pin (%)

Variasi suhu tempering juga memberikan pengaruh terhadap persentasi laju keausan. Tempering dilakukan untuk menghilangkan tegangan sisa namun hal tesebut dapat mempengaruhi nilai kekerasan pada spesimen. Pada suhu tempering300°C nilai laju keausan mencapai 0,46% kemudian untuk suhu tempering 400°C nilai laju keausannya mencapai 0,53% sedangkan suhu tempering 500°C laju keausannya 0,98% sehingga semakin tinggi suhu tempering maka nilai keausan pada permukaan meningkat.

Gambar 4 Grafik volume keausan *pin* (mm^3)

Pada Gambar 4 menunjukkan volume keausan yang tertinggi terdapat pada *raw material* sebesar 14, 097 mm^3 sedangkan volume keausan yang paling rendah terdapat pada specimen yang telah mengalami proses *quenching* yaitu 3,115 mm^3. Dari gambar 4 telihat jika semakin tinggi suhu temperingmaka volume keausannya pun meningkat. Tingginya suhu tempering mempengaruhi sifat-sifat mekanis salah satunya yakni menurunya sifat kekerasan pada material sehingga ketika terjadi kontak antara dua permukaan maka akan terjadi keausan yang tinggi dibandingkan dengan material yang *quenching* tanpa *tempering.*

SIMPULAN

Hasil pengujian kekerasan *pack carburizing* pada spesimen dengan temperatur 950°C selama 2 jam memberikan nilai kekerasan sebesar 726,06 kg/mm^2 atau mengalami peningkatan 308% dari *raw material.* Pada suhu tempering 300°C nilai kekerasannya 453,50 kg/mm^2, meningkat 155%. Peningkatan nilai kekerasan dipengaruhi adanya proses *pack carburizing,* pada saat temperatur mencapai fasa austenit sehingga menyebabkan terjadinnya proses difusi atom media *carburizing* kedalam

permukaan material.

Hasil pengujian keausan dengan jarak tempuh yang sama yaitu 37,58 Km menunjukan bahwa laju keausan untuk *raw material* sebesar1,11% sedangkan pendinginan cepat (*quenching*) laju keausannya menurun menjadi 0,25%sehingga variasi tempering mempengaruhi laju keausan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada pihak-pihak yang membantu dalam penyelesaian penelitian ini, terutama staf laboratorium atas segala fasilitas yang diberikan selama penelitian ini berlangsung. Mudah-mudahan hasil penelitian ini bermanfaat kepada kita semua terlebih kepada diri saya sendiri. Amin.

DAFTAR RUJUKAN

Aldor, Y., 2012. *Pengaruh Proses Pack Carburizing Media Arang Tempurung Kelapa Terhadap Sifakt Mekanis Baja Karbon Rendah*. Skripsi UNIVERSITAS TADULAKO.

Armanto. E,. Aan Burhanudin, Didi Dwi Krisnandi, Dian Prabowo, Ismoyo, jamari. (2012). *Perancangan Mesin Uji TribologiPin-on-Disc.* makalah tesis, *Prosiding SNSTKe-3,* Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang, D.40 D.45.ISBN 978602-99334-1-3.

Bambang Kuswanto,2010, Pengaruh Perbedaan Ukuran Butir Arang Tempurung Kelapa-Barium Karbonat Terhadap Peningkatan Kekerasan Permukaan Material Baja St 37 dengan Proses Pack Carburizing, Tesis

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.

Nurdhianyah, Ahmad, Y dan Jamari, 2011. Perhitungan Keausan Berbasis FEM Pada Sistem *Rolling-Slidding Contact*. Universitas Dipenogoro Semarang.

Robina, M.A. 2012,"Perbandingan Nilai Kekerasan Dan StrukturMikro Akibat Variasi Katalis Pada ProsesCarburizing Baja S45C"**,**Skripsi, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Negeri Semarang.

Tamado, D., Budi, E., Wirawan, R., Dwi, H., Tyaswuri, A., Sulistiani, E dan Asma, E., 2013. Sifat Termal Karbon Aktif Berbahan Arang Tempurung Kelapa. Seminar Nasional Fisika. Universitas Negeri Jakarta.