

PERBAIKAN KUALITAS SPROKET SEPEDA MOTOR LOKAL DENGAN PROSES PACK CARBURISING MENGGUNAKAN ARANG AKTIF DARI BATOK KELAPA

* Samsudi Raharjo

ABSTRAKSI

Sprocket sepeda motor yang berpasangan dengan rantai merupakan salah satu contoh komponen yang berfungsi mentransmisikan daya. Di pasaran beredar beberapa macam produk sprocket sepeda motor mulai dari produk orisinil (buatan Jepang) yang berharga mahal, hingga produk - produk non orisinil yang relatif lebih murah. Harga produk orisinil saat ini sekitar sepuluh kali lipat dari harga produk tiruan. Kualitas produk non orisinil pun patut dipertanyakan, melihat perbedaan harga yang cukup besar ini.

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sprocket sepeda motor yang berkualitas tinggi dengan harga relatif murah. Metode yang digunakan yaitu dengan melakukan proses perlakuan permukaan dengan karburisasi padat, dilanjutkan perlakuan panas quench hardening dan tempering pada sprocket non orisinil sehingga kualitasnya mendekati sprocket orisinil.

Hasil pengamatan foto struktur pada bagian permukaan menunjukkan fasa mertensit, semakin banyak fasa martensit yang terbentuk menyebabkan tingkat kekerasan semakin tinggi searah dengan meningkatnya variasi waktu tahan.

Hasil pengujian kedalaman difusi dan komposisi kimia menunjukkan semakin dalam difusi karbon dan meningkatkan kadar karbon dipengaruhi oleh variasi waktu tahan. Semakin besar waktu tahan semakin besar difusi karbon dan semakin meningkatnya komposisi unsur kimia

* Staf Dosen Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Semarang

Kata Kunci : Karburasi Padat, Baja karbon rendah, tempering

I. PENDAHULUAN

Pada saat ini penggunaan kendaraan bermotor khususnya kendaraan roda dua dirasakan semakin meningkat. Keadaan ini juga dibarengi semakin tingginya kebutuhan akan *spare part* untuk kendaraan bermotor. Di pasar tersedia beragam jenis *spare part* dari yang *genuine part* sampai *spare part* tiruan. Ditinjau dari segi harga terlihat sekali bedanya antara *spare part* yang asli dengan yang tiruan. Hal ini disebabkan *spare part* asli menggunakan material yang lebih berkualitas dibandingkan dengan yang tiruan demikian juga proses yang dilakukan dalam pembuatan *spare part* asli juga lebih rumit dibandingkan dengan *spare part* tiruan yang diproduksi oleh industri rumahan pengecoran logam. Pokok permasalahan bagi industri rumahan pada saat ini adalah kurangnya teknologi yang memadai untuk menghasilkan produk dengan kualitas sebagaimana *genuine part* dari kendaraan.

Pada penelitian ini peneliti akan meneliti perbedaan kualitas antara komponen sproket kendaraan bermotor roda dua yang asli jika dibandingkan dengan komponen tiruannya. Dan akan melakukan perbaikan kualitas sprocket tiruan dengan cara melakukan proses *pack carburising*. Dengan proses *pack carburising* diharapkan nilai kekerasan permukaan sprocket akan meningkat. Adapun bahan yang akan digunakan untuk melakukan *pack carburising* adalah arang aktif batok kelapa yang mengandung carbon tinggi. Ide penggunaan batok kelapa sebagai bahan *pack carburising* ini adalah batok kelapa banyak tersedia disekitar kita dan pengolahan batok kelapa menjadi arang batok kelapa juga tidak sulit. dengan demikian peneliti berharap proses *pack carburising* yang dilakukan tidak

banyak menyerap biaya produksi sehingga harga jualnya pun dapat ditekan. Yang berakibat akhir produk lokal mampu bersaing dengan produk pabrikan..

II. TINJAUAN PUSTAKA

Sproket adalah salah satu komponen kendaraan bermotor yang membutuhkan permukaan keras namun dengan bagian tengah yang tetap ulet. Sehingga upaya yang dapat dilakukan adalah pergerasan permukaan diantaranya dengan melakukan *karburising*.

Karburasi pada Baja

Tujuan karburasi adalah untuk meningkatkan konsentrasi karbon di lapisan permukaan dari produk baja untuk mendapatkan permukaan tahan aus yang lebih keras. Cara ini biasanya dilakukan dengan menahan dalam gas yang terdiri dari campuran CH_4 dan atau CO pada temperature austenisasi dengan mengontrol proporsi dan konsentrasi karbon pada permukaan baja dalam keadaan setimbang dengan campuran gas dapat ditentukan pada jumlah konsentrasi yang sesuai pada waktu yang bersamaan karbon berdifusi secara kontinu dari permukaan ke baja.

Profil konsentrasi yang dapat dicapai setelah perbedaan waktu. Penjelasan analitik untuk profil ini dapat dicapai dengan penyelesaian hukum Fick II dengan menggunakan kondisi batas : C_B (pada $X=0$) = C_s dan C_B (∞) = C_o , konsentrasi karbon original baja. Specimen diasumsikan sebagai panjang infinit pada kenyataannya koefisien difusi karbon di austenit meningkat dengan meningkatnya konsentrasi, tetapi larutan yang diinginkan dapat dicapai dengan mengambil nilai rata-rata dan menjadi persamaan yang sederhana :

$$C = C_s - (C_s - C_o) \operatorname{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right)$$

dimana :

- C : Konsentrasi karbon rata-rata
- C_s : Konsentrasi karbon di permukaan
- C_o : konsentrasi karbon di bagian terdalam
- X : tebal penetrasi karbon
- D : Koefisien difusi carbon
- t : waktu difusi karbon

Dari persamaan diatas nilai yang lebih akurat didapat dari buku standar matematika. Diketahui bahwa $\operatorname{erf}(0.5)$ adalah 0.5, sehingga tebal dimana konsentrasi karbon ditengah-tengah antara C_s dan C_o dinyatakan dengan $\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right) = 0.5$ sehingga tebal bagian yang

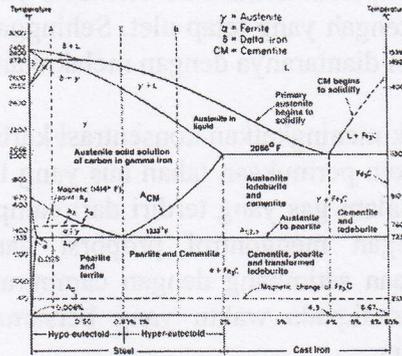
terkarburasi adalah \sqrt{Dt} . Perlu diingat bahwa kedalaman dari garis iso konsentrasi adalah berbanding lurus dengan \sqrt{Dt} . Sehingga untuk mencapai dua kali peningkatan penetrasi membutuhkan empat kali waktu penetrasi.

Pack Carburising

Proses ini sederhana dan merupakan metode awal untuk melakukan karburising dengan cara meletakkan komponen yang akan diproses ke dalam wadah yang terbuat dari logam dengan campuran bahan karburasi yang terdiri dari serbuk batu bara dan 10% barium karbonat yang membungkus sekeliling komponen. Wadah ini kemudian dipanaskan pada temperature konstan ($850^\circ C - 950^\circ C$) untuk beberapa waktu guna memastikan temperature yang dipakai dan memastikan bahwa karbon terdifusi ke permukaan komponen pada kedalaman tertentu.

Adapun sumber karbon dapat berasal dari batu bara, arang batok kelapa atau arang kayu. Pada penelitian ini digunakan arang aktif dari batok kelapa sebagai sumber karbonnya.

Setelah dilakukan pack carburising langkah berikutnya adalah perlakuan panas yang terdiri dari austenisasi dan tempering serta quenching. Berikut ini adalah diagram fasa Fe-C yang dapat digunakan untuk menentukan dimana letak baja karbon rendah yang digunakan sebagai bahan sprocket.



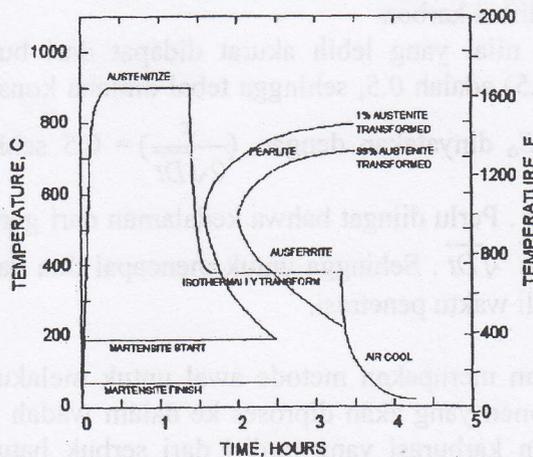
Gambar 1. Diagram Fasa Fe-C

Dari diagram fasa diatas letak baja karbon rendah adalah di daerah pada kosentrasi dibawah 0.8%C.

Sedangkan perlakuan panas yang dilakukan pada proses *pack carburizing* adalah proses austempering dengan tahapan proses sebagai berikut :

1. carburasi. Komponen coran dipanaskan pada temperature diantara 850 dan 950°C selama 15 menit sampai 2 jam.
2. tempering. Setelah Carburasi komponen coran di di celup dalam bak garam pada temperature dalam range 150°C selama setengah sampai 3 jam. Kemudian diikuti pendinginan sampai temperatur ruangan.

Temperatur transformasi isothermal lebih rendah jika dibandingkan dengan pearlite tetapi lebih tinggi dari temperatur “ martensit start”. Perlakuan panas menghasilkan tipe mikrostruktur bainit yang berbeda, tergantung pada temperature dan waktu perlakuan (treatment).skema diagram siklus perlakuan panas austempering terlihat pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Skema siklus perlakuan panas austempering

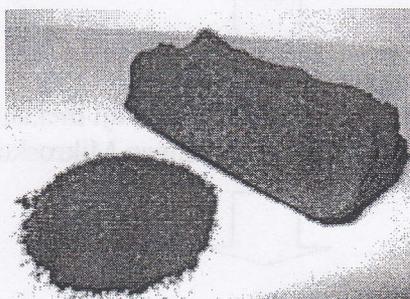
Laju pendinginan selama pencelupan

Pengurangan temperature yang cepat dari temperature austenisasi ke temperature austempering tercapai jika komponen ditempatkan dalam medium austempering. Laju pendinginan selama tahap ini sangat penting karena menentukan mikrostruktur matriks dari baja yang akan di austemper.pencelupan lambat akan menghasilkan pearlite; ini biasa terjadi pada benda coran yang besar dimana bagian tengah mempunyai laju pendinginan

yang lebih lambat dibandingkan pada bagian luarnya. mangan sering dipakai untuk mengurangi laju pembentukan pearlite selama pendinginan dan membiarkan pembuatan benda coran yang besar. Derajat dimana bainit dapat dicapai selama laku panas iso thermal untuk menghindari pearlite atau mertensit dikenal sebagai pengerasan bainit pada paduan.

Karbon Aktif

Karbon aktif adalah istilah umum untuk material karbon yang kebanyakan berasal dari batu bara. Material ini mempunyai penampang permukaan yang luas. Hanya satu gram karbon aktif punya daerah permukaan mendekati 500 m^2 , terutama ditentukan oleh penyerapan gas nitrogen dan termasuk jumlah porositas yang banyak. Aktivasi dilakukan khusus untuk aplikasi yang membutuhkan permukaan yang luas, selanjutnya perlakuan kimiawi dilakukan untuk mengatasi sifat penyerapan material. Berikut ini adalah bentuk fisik dari karbon aktif.



Gambar 3. Arang karbon aktif

Sifat Karbon Aktif

Satu gram karbon aktif mungkin mempunyai luas permukaan lebih dari 400 m^2 dengan 1500 m^2 yang siap diaktivasi. Sebagai perbandingan, lapangan tennis kira-kira 260 m^2 . karbon aerogel yang lebih mahal mempunyai permukaan yang lebih luas dan digunakan dalam aplikasi khusus.

Dibawah mikroskop electron, struktur karbon aktif seperti pita kertas yang kecil yang bergumpal bersama, tercampur dengan campuran kayu. Ada banyak jumlah kaitan dan bentangan yang luas dimana permukaan bahan rata seperti grafit berposisi parallel satu sama lainnya, dipisahkan oleh sekian nano meter. Rongga yang sangat kecil ini menyediakan kondisi untuk terjadinya absorpsi, karena bahan penyerap dapat berinteraksi dengan banyak permukaan secara simultan. Uji daya penyerapan biasanya dilakukan dengan gas nitrogen pada temperature 77 K dibawah tekanan tinggi. Namun seiring dengan waktu istilah karbon aktif sesuai dengan produk yang ekivalen dengan penyerapan air dari uap air pada 100°C dan tekanan $1/10000$ atmosfer.

Secara fisik, karbon aktif mengikat material dengan gaya van der Waals khususnya gaya London dispersion.

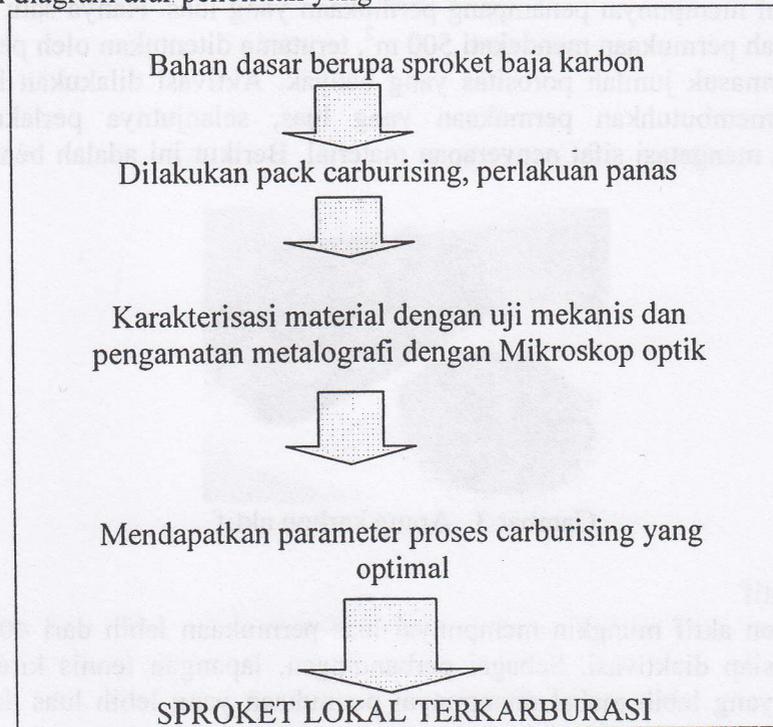
Karbon aktif tidak terikat dengan baik untuk zat kimia tertentu, termasuk lithium, alcohol, glikol, amoniak, asam dan basa kuat, logam dan hamper semua material inorganic seperti natrium, besi, timah, arsenic, flour, dan asam borak. Karbon aktif menyerap iodine dengan baik dan pada prakteknya angka iodine, mg/g (ASTM D28 standart metode test) digunakan sebagai indikasi daerah permukaan total. Karbon aktif juga dapat digunakan sebagai substrate untuk aplikasi dari beberapa reaksi kimia untuk meningkatkan kapasitas penyerapan bahan inorganic dan organic yang bermasalah seperti asam sulfide, ammonia, formaldehyde, raksa.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian tentang Perbaikan kualitas sproket sepeda motor lokal dengan proses pack carburising menggunakan arang aktif karbon dari batok kelapa. Rangkaian penelitian akan dilaksanakan secara bertahap meliputi:

- Pengembangan material sproket lokal dengan karburasi
- Studi optimasi karakteristik sproket lokal terkarburasi

Berikut adalah diagram alur penelitian yang dilakukan :

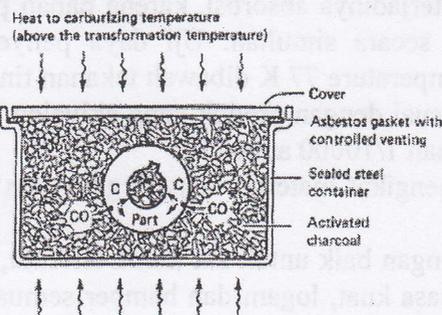


Gambar 4. Diagram alur rencana penelitian

Bahan Penelitian

Bahan pack carburising adalah sproket lokal buatan industri rumahan yang berbahan baja, arang karbon aktif dari batok kelapa dan katalis Ba_2CO_3

Sedangkan proses karburasi dilakukan pada bak yang digambarkan sebagai berikut :



Studi Produktifitas

Usaha-usaha yang dapat meningkatkan karakteristik sproket berbahan baja karbon adalah dengan memberikan *Surface heat treatment*, yang berupa proses *pack carburising*. Secara umum heat treatment yang dilakukan untuk menghasilkan material dengan permukaan yang relatif lebih keras adalah dengan proses karburasi. Sehingga untuk mendapatkan material sproket baja karbon dengan karakteristik yang optimal perlu dilakukan optimasi parameter – parameter prosesnya.

Variabel Percobaan

Variabel-variabel percobaan dalam produksi sproket baja karbon dibagi menjadi dua, yaitu : variabel tetap dan variabel berubah. Variabel tetap adalah bahan dasarsproket baja karbon. Sedangkan variabel tidak tetapnya adalah

- Karburasi

* Temperatur karburasi (850°C)

* Waktu Karburasi : 3, 4, 7, 8 jam

- Tempering (mild tempering pada temperatur 150°C selama 30 menit)

Karakterisasi Baja Terkarburasi

Karakterisasi yang dilakukan untuk mendapatkan sproket baja karbon adalah :

1. Uji keras, dengan menggunakan Hardness vicker Numbers untuk mengetahui kekerasan.
2. Pengamatan metalografi dengan mikroskop optik.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan dengan menggunakan metode kekerasan vikers dengan pembebanan 1000 gf untuk setiap material. Pengujian kekerasan juga dilakukan terhadap material dasar untuk melihat perbandingan kekerasan antaran material dasar dengan material hasil dari proses karburasi. pengujian kekerasan dimulai dari titik pinggir material pengarbonan kearah inti material. Hasil pengujian kekerasan dapat dilihat pada tabel 5.1 sampai dengan tabel 5.5.

TABEL 1. HARGA KEKERASAN MATERIAL DASAR

No	Jarak dari tepi (mm)	D1	D2	D rata-rata	HVN
1	0.2	92.4	92.5	92.45	117.00
2	0.5	93.1	93.2	93.15	115.25
3	0.8	95.6	96.4	96	108.51
4	1.5	96.2	96.7	96.45	107.50
5	3	97.1	97	97.05	106.17

TABEL 2. HARGA KEKERASAN MATERIAL PENGARBONAN DENGAN WAKTU KARBURASI 3 JAM

No	Jarak dari tepi (mm)	D1	D2	D rata-rata	HVN
1	0.2	49.2	50.2	49.7	404.88
2	0.5	57.9	57.6	57.75	299.85
3	0.8	60.2	60.5	60.35	274.57
4	1.5	63.3	64.1	63.7	246.46
5	3	64.8	64.5	64.65	239.26

TABEL 3. HARGA KEKERASAN MATERIAL PENGARBONAN DENGAN WAKTU KARBURASI 4 JAM

No	Jarak dari tepi (mm)	D1	D2	D rata-rata	HVN
----	----------------------	----	----	-------------	-----

1	0.2	49.3	49.1	49.2	413.12
2	0.5	54.3	54.5	54.4	337.91
3	0.8	59.5	59.8	59.65	281.05
4	1.5	61.7	62.1	61.9	260.99
5	3	63.3	63.6	63.45	248.39

TABEL 4. HARGA KEKERASAN MATERIAL PENGARBONAN DENGAN WAKTU KARBURASI 6 JAM

No	Jarak dari tepi (mm)	D1	D2	D rata-rata	HVN
1	0.2	48.3	48.2	48.25	429.54
2	0.5	51.2	51.3	51.25	380.73
3	0.8	57.8	57.6	57.7	300.37
4	1.5	59.1	59.3	59.2	285.34
5	3	62.3	62.1	62.2	258.48

TABEL 5. HARGA KEKERASAN MATERIAL PENGARBONAN DENGAN WAKTU KARBURASI 8 JAM

No	Jarak dari tepi (mm)	D1	D2	D rata-rata	HVN
1	0.2	48.2	48.3	48.25	429.54
2	0.5	50.2	50.1	50.15	397.61
3	0.8	54.8	54.5	54.65	334.83
4	1.5	57.6	57.8	57.7	300.37
5	3	62.3	62.5	62.4	256.82

TABEL 6. KEDALAMAN DIFUSI

NO	WAKTU KARBURASI (jam)	KEDALAMAN DIFUSI ((mm)
1	3	0.1158
2	4	0.1617
3	6	0.3776
4	8	0.4773

Pengujian Komposisi Kimia

Pengujian komposisi kimia dilakukan dengan mesin spektrum komposisi kimia universal yang memberikan hasil pembacaan secara otomatis kadar komposisi kimia benda uji. Dalam pengujian ini dilakukan tiga kali penembakan yang nantinya dapat diambil nilai rata-ratanya.

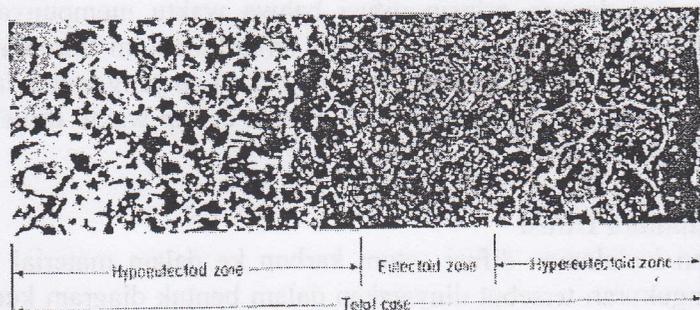
Berikut ini adalah tabel dari komposisi kimia :

Tabel 7. Komposisi Kimia

Unsur Paduan	Komposisi Rata-rata (%)			
	Waktu tahan 3 jam	Waktu tahan 4 jam	Waktu tahan 6 jam	Waktu tahan 8 jam
Ferro (Fe)	95.82	95.68	95.53	95.19

Silikon (Si)	0.25	0.25	0.252	0.263
Vanadium (Va)	<0.001	0.001	0.001	0.001
Cobalt (Co)	0.013	0.013	0.013	0.013
Carbon (C)	0.259	0.352	0.505	0.808
Cuprum (Cu)	0.184	0.188	0.187	0.19
Titanium (Ti)	<0.000	<0.000	<0.000	<0.000
Niobium (Nb)	0.005	0.005	0.005	0.006
Mangan (Mg)	0.421	0.425	0.429	0.43
Nikel (Ni)	1.669	1.694	1.684	1.694
Aluminium (Al)	0.014	0.013	0.014	0.015
Phospor (P)	0.011	0.014	0.013	0.013
Chrom (Cr)	1.295	1.297	1.295	1.304
Boron (Bo)	<0.000	<0.000	<0.000	<0.000
Sulfur (S)	0.025	0.025	0.025	0.029
Molibdenum (Mo)	0.009	0.009	0.009	0.01
Wolfram (W)	0.037	0.038	0.037	0.038

Pengujian mikrografi

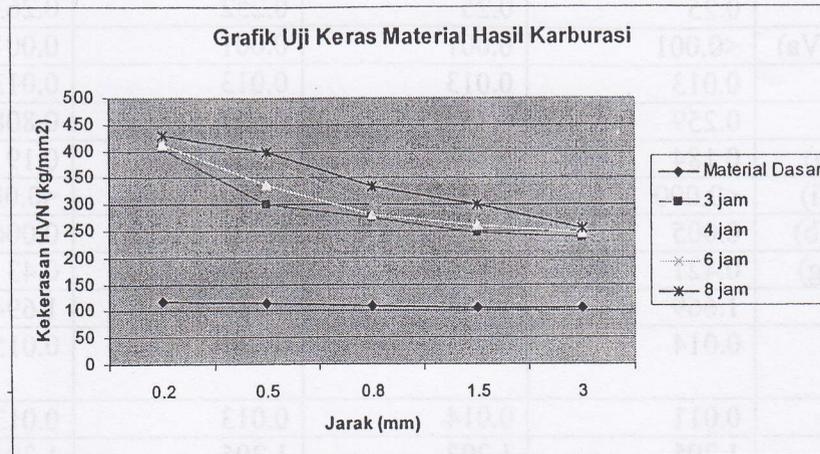


gambar 6. Gambar Metalografi proses karburasi

PEMBAHASAN

Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan yang dilakukan pada material karburasi menghasilkan distribusi kekerasan yang berbeda dari permukaan ke bagian inti. Hasil pengujian kekerasan mikro pada material yang terkarburasi dengan variasi waktu penahanan 3 jam, 4 jam, 6 jam dan 8 jam dapat dilihat pada tabel 5.2 sampai dengan tabel 5.5. perbedaan kekerasan tersebut dipengaruhi oleh variasi waktu tahan yang digunakan selama proses karburasi, sehingga atom C yang terdifusi ke material dasar semakin banyak yang sangat mempengaruhi kekerasan material. berikut adalah grafik yang menggambarkan distribusi kekerasan material yang terkarburasi berdasarkan waktu tahan yang divariasikan.

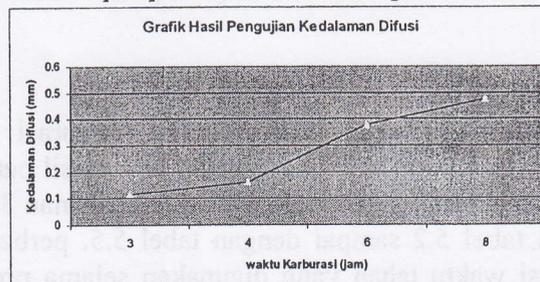


Gambar 7. Grafik Uji keras Material Hasil Karburasi

dari grafik diatas tampak bahwa nilai kekerasan material yang terkarburasi cenderung turun searah menuju inti untuk masing – masing waktu tahan. Hal ini disebabkan karena difusi atom karbon semakin kearah inti semakin kecil sebagaimana prinsip difusi yang pada akhirnya mempengaruhi sifat kekerasan dari material yang mengalami karburasi. Namun pada jarak yang sama dari permukaan terlihat bahwa nilai kekerasan material yang terkarburasi berbeda untuk masing-masing waktu penahanan. Dan kecenderungan yang ada adalah nilai kekerasan semakin tinggi seiring dengan semakin lamanya waktu penahanan. Fenomena ini sesuai dengan prinsip difusi bahwa waktu mempunyai pengaruh dalam proses difusi atom karbon. Dalam material yang terkarburasi ini atom karbon yang terdifusi akan meningkatkan nilai kekerasan material karena karbon yang terkandung di fasa austenit akan berdeformasi menjadi fasa martensit jika tidak cukup waktu difusi menjadi ferit dan jumlahnya pun sudah jenuh

Pengujian Kedalaman Difusi

Hasil pengukuran kedalaman difusi atom karbon ke dalam material terlihat pada table 5.6.dan hasil pengukuran tersebut dinyatakan dalam bentuk diagram kedalaman difusi dan kurva yang terbentuk akan didapat persamaan kurva seperti terlihat pada gambar 8.



gambar 8. Grafik Hasil Pengujian Kedalaman Difusi

dari grafik diatas nampak bahwa semakin lama waktu penahanan dalam proses karburasi maka akan semakin meningkatkan kedalaman difusi. Hal ini disebabkan karena difusi atom C yang makin jauh ke dalam material yang mengalami proses karburasi

Pengujian Komposisi Kimia

Hasil pengujian komposisi kimia material pengarbonan dengan variasi waktu tahan 3 jam, 4 jam, 6 jam dan 8 jam menunjukkan bahwa kandungan unsure karbonnya semakin meningkat. Peningkatan unsure karbon tersebut dipengaruhi oleh semakin lamanya waktu tahan yang digunakan selama proses karburasi. Pada temperature dimana media karburasi

terurai menjadi CO yang selanjutnya terurai menjadi karbon aktif yang dapat berdifusi masuk kedalam material sehingga menaikkan kadar karbon kedalam material. Adapun hasil pengujian komposisi kimia dapat dilihat di table 5.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Hasil pengamatan foto struktur pada bagian permukaan menunjukkan fasa mertensit, semakin banyak fasa martensit yang terbentuk menyebabkan tingkat kekerasan semakin tinggi searah dengan meningkatnya variasi waktu tahan.
2. Hasil pengujian kedalaman difusi dan komposisi kimia menunjukkan semakin dalam difusi karbon dan meningkatkan kadar karbon dipengaruhi oleh variasi waktu tahan. Semakin besar waktu tahan semakin besar difusi karbon dan semakin meningkatnya komposisi unsur kimia.

Saran

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang proses karburasi padat ini berdasarkan parameter parameter proses yang terlibat.
2. Perlu adanya penelitian lanjut tentang penggunaan sumber karbon yang lain misalkan batu bara, arang kayu atau arang sekam.

DAFTAR PUSTAKA

- Activated carbon, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/quaery/2006>
- ASTM A536, Annual Book of ASTM Standard, Vol. 1.02, ASTM, West Conshohocken, PA, 1999
- ASTM A897, Annual Book of ASTM Standard, Vol. 1.02, ASTM, West Conshohocken, PA, 1999
- Bhadesia HKHD, Bainite in Steels, The Institute of Materials, 1992
- B.H. Amstead, Sriati Djaprie., Teknologi Mekanik, Edisi ketujuh Jilid 1, Erlangga 1995
- Carburising, http://www.matter.org.uk/steel_matter/manufacturing/surface_hardness/2006
- Degarmo., Materials and Processes in Manufacturing, 7th Edition, Macmilan Publishing Company, New York, 2000
- DA Porter And Easterling, Phase Transformation In Metal and Alloys, Chapman and Hall, Second Edition, 1993
- Natalie Neff, Mustang Cobra Gets Audited for 1999, WWARD'S Auto Word, February, 1999
- Pack Carburising, http://www.staff.ncl.ac.uk/s.j_bull/gears/sld001_hm
- Steel Hardening Process, http://www.roymech.co.uk/useful_tabel/matter/iron_steel_form/2006