

PENGARUH *PACK CARBURISING* DENGAN ARANG BATOK KELAPA TERHADAP KEKERASAN RODA GIGI FLY WHEEL DAIHATSU

Dian Yezhi Anggoro¹, Samsudi Raharjo², Solechan³

Abstrak

Carburising merupakan suatu proses untuk meningkatkan konsentrasi karbon pada lapisan permukaan logam agar diperoleh logam dengan kekerasan yang lebih tinggi. Hal ini biasanya dilakukan dengan cara menahan dalam gas yang terdiri dari campuran CH₄ dan atau CO pada temperatur 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. Dalam penelitian ini, menggunakan media arang tempurung kelapa yang dicampur dengan barium karbonat sebagai aktivator kiral untuk membentuk CO₂. Spesimen dipersiapkan dengan menyiapkan baja St 40 yang termasuk dalam kelompok baja karbon rendah. Percobaan ini menggunakan suhu 900 C dan waktu pemanasan ° untuk 1-3 jam. Hasil penilaian kami menyimpulkan bahwa ada efek signifikan pada kekerasan benda uji yang ditemukan antara 1-3 jam dengan pengujian menggunakan metode Vickers. Adanya kenaikan kekerasan secara signifikan pada baja karbon rendah setelah mengalami perlakuan proses karburising yang besarnya pada proses karburising dengan lama waktu 1 jam kekerasan spesimen mencapai 254 VHN, serta proses karburising dengan lama waktu 2 jam kekerasan spesimen mencapai 267 VHN dan proses karburising dengan lama waktu 3 jam kekerasan mencapai 284 VHN dari kekerasan awal material 180 VHN.

Keywords: Baja St 40, *Pack* Karburasi, Arang Batok Kelapa

PENDAHULUAN

Pada saat ini penggunaan kendaraan bermotor khususnya Daihatsu 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

¹ S1-Teknik Mesin UNIMUS

² Dosen S1-Teknik Mesin UNIMUS

³ Dosen S1-Teknik Mesin UNIMUS

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 yang seimbang dengan produk genuine.

Pada penelitian ini peneliti akan meneliti pengaruh penggunaan batok arang kelapa sebagai proses *Pack Carburising* untuk meningkatkan kekerasan Roda Gigi *Flywheel* tiruan. Ide penggunaan batok kelapa sebagai bahan *Pack carburizing* 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 carburizing* yang dilakukan tidak banyak menyerap biaya produksi sehingga harga jualnya pun dapat ditekan. Yang berakibat akhir produksi local mampu bersaing dengan produk pabrikan.

LANDASAN TEORI

Roda gigi adalah salah satu komponen kendaraan bermotor yang membutuhkan permukaan keras namun dengan bagian tengah yang tetap ulet (bahan yang tidak mudah patah, mempunyai tegangan tarik yang tinggi). Sehingga upaya yang dapat dilakukan adalah pengerasan permukaan diantaranya dengan melakukan karburising.

Karburasi pada Baja

Tujuan karburasi adalah meningkatkan konsentrasi karbon dilapisan permukaan dari produk baja untuk mendapatkan permukaan tahan aus yang lebih keras. Cara ini biasanya dilakukan dengan menahan dalam gas yang terdiri dari campuran CH₄ 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 benda uji yang dapat dicapai setelah perbedaan waktu yang ditentukan. Penjelasan analitik untuk profil ini dapat dicapai dengan penyelesaian hukum Fick II dengan menggunakan kondisi batas : $C_B (\text{pada } X = 0) = C_S$ dan $C_B (\infty) = C_0$, konsentrasi karbon original baja. Specimen diasumsikan sebagai pajang infinit pada kenyataannya koefisien difusi karbon diaustenit meningkat dengan meningkatnya

konsentrasi, tetapi larutan yang diinginkan dapat dicapai dengan mengambil nilai rata-rata dan menjadi persamaan yang sederhana: $C = C_S - (C_S - C_0) \operatorname{erf} \left(\frac{X}{2\sqrt{D_t}} \right)$

Dimana :

- C : Konsentrasi karbon rata – rata
- C_S : Konsentrasi karbon di permukaan
- C_0 : Konsentrasi karbon di bagian terdalam
- X : tebal penetrasi karbon
- D : Koefisien difusi karbon
- T : waktu difusi karbon

Dari persamaan diatas nilai yang lebih akurat didapat dari buku standar Matematika. Diketahui bahwa erf (0.5) adalah 0.5 , sehingga tebal dimana konsentrasi karbon ditengah-tengah antara C_S dan C_0 dinyatakan dengan $\left(\frac{X}{2\sqrt{D_t}} \right) = 0.5$ sehingga tebal bagian yang terkaburasi adalah $\sqrt{D_t}$. Perlu diingat bahwa kedalaman dari garis iso konsentrasi adalah berbanding lurus dengan $\sqrt{D_t}$. 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 ($850^0\text{ C} - 950^0\text{C}$) untuk beberapa waktu guna memastikan temperature yang dipakai dan untuk 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 *autenisasi* dan *tempering* serta *quenching*. Sedangkan perlakuan panas

yang dilakukan pada proses *Pack carburizing* adalah proses austempering dengan tahapan proses sebagai berikut:

1. Austenisasi. Komponen coran dipanaskan pada temperature diantara 850^0 C dan 950^0C selama 15 menit sampai 2 jam. Austenit (besi atau gamma fase) adalah solusi non-magnetik logam padat dari besi dan elemen paduan. Di dataran-baja karbon, austenit ada di atas suhu eutektoid kritis 1000 K (sekitar $727\text{ }^{\circ}\text{C}$); paduan lainnya dari baja memiliki temperatur eutektoid berbeda. Hal ini dinamai Sir William Chandler Roberts-Austen (1843-1902). Dalam rangka untuk setiap transformasi berlangsung mikro logam harus ditambah struktur austenit. Batas-batas wilayah yang tepat dari fase austenit tergantung pada kimia dari panas paduan dirawat. Namun, suhu austenitizing biasanya antara 790 dan $915\text{ }^{\circ}\text{C}$ (1455 - $1680\text{ }^{\circ}\text{F}$). Jumlah waktu yang dihabiskan pada suhu ini akan bervariasi dengan paduan dan spesifik proses untuk bagian melalui-mengeras hasil terbaik dicapai bila austenitization cukup panjang untuk menghasilkan logam mikro austenit penuh (masih akan hadir dalam besi cor grafit) dengan kandungan karbon yang konsisten. Dalam baja ini hanya dapat berlangsung beberapa menit setelah suhu austenitizing telah mencapai seluruh bagian bagian, tetapi dalam besi cor dibutuhkan lagi. Hal ini karena karbon harus berdifusi keluar dari grafit sampai mencapai konsentrasi kesetimbangan ditentukan oleh suhu dan diagram fase. Langkah ini dapat dilakukan dalam berbagai jenis tungku, dalam garam mandi suhu tinggi, melalui api langsung atau pemanasan induksi. Banyak paten ada untuk metode tertentu dan variasi. Austenitization berarti untuk memanaskan besi, besi berbasis logam, atau baja sampai suhu di mana ia perubahan struktur kristal dari ferit untuk austenit. Sebuah awal austenitization lengkap dapat meninggalkan karbida larut dalam matriks. Untuk beberapa besi, besi berbasis logam, dan baja, kehadiran karbida mungkin terjadi atau hadir selama langkah austenitization. Istilah umum digunakan untuk ini adalah dua fase austenitization (<http://en.wikipedia.org/wiki/Austenite>)

2. Austempering

Setelah austenisasi komponen coran di celup dalam bak garam pada temperature dalam range $450^0\text{ C} - 250^0\text{C}$ selama setengah sampai 3 jam. Kemudian diikuti pendinginan sampai temperature ruangan. Austempering adalah perlakuan panas

isothermal yang diterapkan untuk logam besi, besi baja dan terutama ulet. Dalam baja itu menghasilkan mikro rendah bainit sedangkan pada besi cor itu menghasilkan struktur acicular ferit dan karbon tinggi, stabil austenit dikenal sebagai ausferrite. Hal ini terutama digunakan untuk meningkatkan sifat mekanik. Austempering didefinisikan oleh proses dan mikrostruktur yang dihasilkan. Parameter proses yang khas austempering diterapkan pada bahan yang tidak cocok tidak akan mengakibatkan pembentukan bainit atau ausferrite dan thusly produk akhir tidak akan dipanggil austempered. Kedua mikro juga dapat dihasilkan melalui metode lain. Misalnya, mereka mungkin diproduksi sebagai-cast atau udara didinginkan dengan konten paduan yang tepat. Bahan-bahan ini juga tidak disebut sebagai austempered. Austempering baja pertama kali dirintis oleh Edgar C. Bain dan Edmund S. Davenport pada tahun 1930 yang bekerja untuk United States Steel Corporation pada waktu itu. Bainit harus telah hadir di baja lama sebelum tanggal penemuan diakui, tetapi tidak teridentifikasi karena teknik metalografi terbatas yang tersedia dan campuran mikro yang dibentuk oleh praktek-praktek perlakuan panas waktu. Keadaan kebetulan terinspirasi Bain untuk mempelajari transformasi fase isothermal. Austenit dan fase suhu yang lebih tinggi dari baja yang menjadi lebih dan lebih dipahami dan itu sudah diketahui bahwa austenit dapat dipertahankan pada suhu kamar. Melalui kontak di Perusahaan Steel dan American Wire Bain menyadari transformasi isothermal yang digunakan dalam industri dan dia mulai memahami percobaan baru. Penelitian lebih lanjut ke dalam transformasi isothermal baja adalah hasil dari Bain dan penemuan Davenport dari mikro baru yang terdiri dari sebuah "agregat acicular, etsa gelap." Mikro ini ditemukan untuk menjadi "lebih keras untuk kekerasan yang sama dari martensit marah". Eksploitasi komersial dari baja bainitik tidak menjadi umum dalam semalam. Panas mengobati praktek umum pada waktu itu menampilkan metode pendinginan terus menerus dan tidak mampu, dalam praktek, sepenuhnya memproduksi mikro bainitik. Kisaran paduan yang tersedia yang dihasilkan baik mikro campuran atau jumlah berlebihan martensit. Munculnya baja karbon rendah yang mengandung boron dan molibdenum dalam baja 1958 bainitik sepenuhnya diizinkan untuk diproduksi dengan pendinginan terus menerus. Penggunaan komersial baja bainitik sehingga muncul sebagai hasil dari pengembangan panas baru mengobati metode, mereka yang melibatkan langkah

memegang benda kerja pada suhu tetap untuk periode waktu yang cukup untuk memungkinkan transformasi menjadi kolektif dikenal sebagai austempering. Salah satu penggunaan pertama dari baja austempered berada di baut senapan selama Perang Dunia II. Kekuatan dampak tinggi mungkin di hardnesses tinggi, dan bagian ukuran yang relatif kecil dari komponen yang terbuat baja austempered ideal untuk aplikasi ini. Selama dekade berikutnya austempering merevolusi industri semi diikuti oleh klip dan klem.

Tujuan umum yang ingin dicapai dari riset ini adalah peningkatan kekerasan komponen roda gigi *fly wheel* Daihatsu. Sehingga diharapkan kualitas roda gigi *fly wheel* lokal dapat menyamai kualitas roda gigi *fly wheel* impor namun dengan biaya produksi yang rendah sehingga komponen roda gigi *fly wheel* lokal dapat bersaing di pasar. Dalam jangka panjang diharapkan bangsa kita dapat melepaskan diri dari ketergantungan terhadap komponen import. Adapun tujuan khusus dari penelitian ini adalah: mendapatkan waktu karburasi yang optimal, mendapatkan temperatur dan waktu austemper yang optimal dan mendapatkan waktu quenching yang optimal.

METODOLIGI PENELITIAN

Penelitian tentang perbaikan kualitas roda gigi *fly wheel* lokal dengan proses *Pack Carburising* menggunakan arang aktif karbon dari batok kelapa akan diinvestigasi secara eksperimen, penelitian akan dilaksanakan secara bertahap meliputi:

- Pengembangan material roda gigi *fly wheel* lokal dengan karburasi
- Studi optimasi karakteristik roda gigi *fly wheel* lokal terkarburasi

Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah:

- Roda gigi *fly wheel* buatan industri rumahan.
- Batok kelapa.

Studi Optimasi Parameter Proses

Studi optimasi dilakukan dengan menggunakan faktorial design 2^n . parameter-parameter yang diteliti adalah waktu karburasi, temperatur austenisasi, waktu austenisasi, temperatur tempering dan waktu tempering. Variabel untuk studi obtimisasi parameter

proses disajikan di Tabel 5. penentuan variabel yang berpengaruh dapat menggunakan normal probabiliti plot, setelah dilakukan perhitungan main efek dan perhitungan interaksi atau menggunakan program statistik matlab ®.

Data Pengujian

Pelaksanaan pengujian dengan batasan seperti keterangan dibawah :

A : Waktu Karburasi : 1 Jam, 2 dan 3 jam .

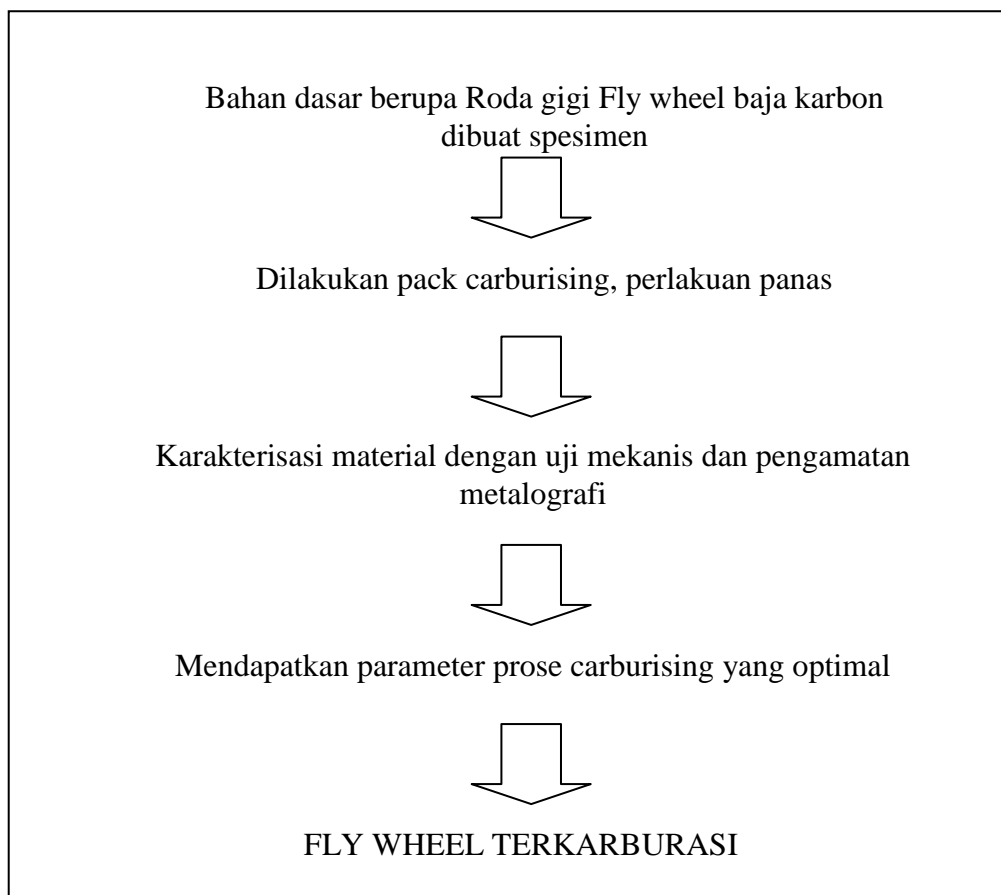
B : Suhu Austenisasi : 850 – 950 °C

C : Waktu Austenisasi : 15 menit – 2 jam

D : Suhu Tempering : 450 – 250 °C

E : Waktu Tempering : 1 – 3 jam

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil Uji Komposisi Kimia

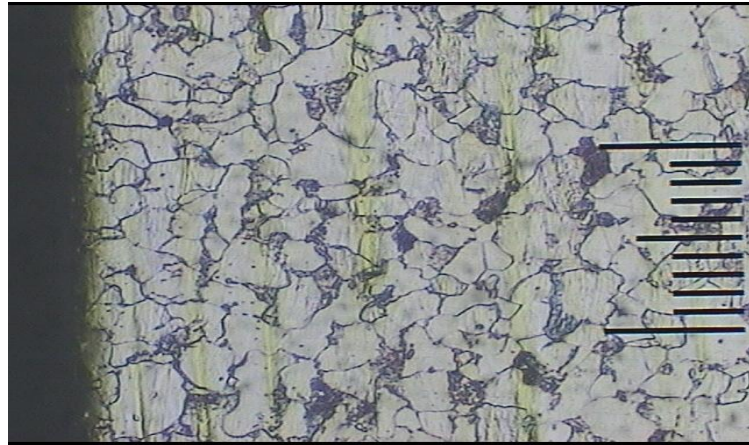
No.	Nama Unsur	Simbol	Kadar
1	Ferum	Fe	98,78
2	Sulfur	S	0,029
3	Alluminium	Al	<0,000
4	Carbon	C	0,088
5	Nikel	Ni	0,160
6	Niobium	Nb	0,01
7	Silicon	Si	0,01
8	Chromium	Cr	<0,012
9	Vanadium	V	<0,00
10	Mangan	Mn	0,496
11	Molibdenum	Mo	0,008
12	Tungsten	W	0,05
13	Phospor	P	0,014
14	Cupper	Cu	0,181
15	Titanium	Ti	<0,00

Pengamatan Struktur Mikro

Karakterisasi yang dilakukan untuk mendapatkan Roda gigi fly wheel baja karbon adalah:

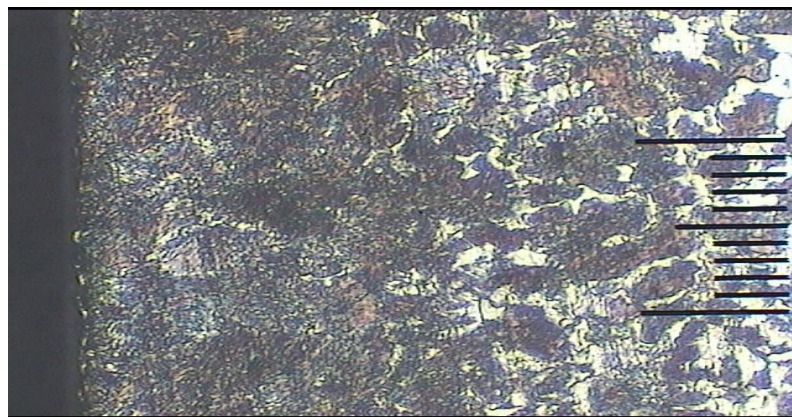
1. Uji keras, dengan menggunakan metode pengujian Vickers untuk mengetahui kekerasan hasil proses karburising.
2. Pengamatan metalografi dengan mikroskop optik, untuk mengidentifikasi fasa dan unsur yang terkandung pada masing-masing spesimen.

Pengujian Raw (Spesimen 1) material dengan mikro optic ditunjukkan pada gambar 2 Struktur mikro raw material.



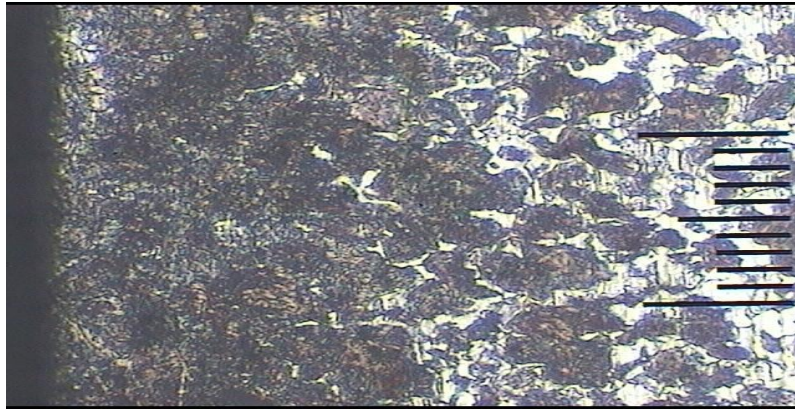
Gambar 2. Struktur Mikro Raw Material

Pengujian Spesimen 2 dengan proses karburasi arang aktif batok kelapa lama waktu 1 jam dengan mikro optik dan hasilnya ditunjukkan pada gambar 3 Struktur mikro spesimen karburising 1 jam.



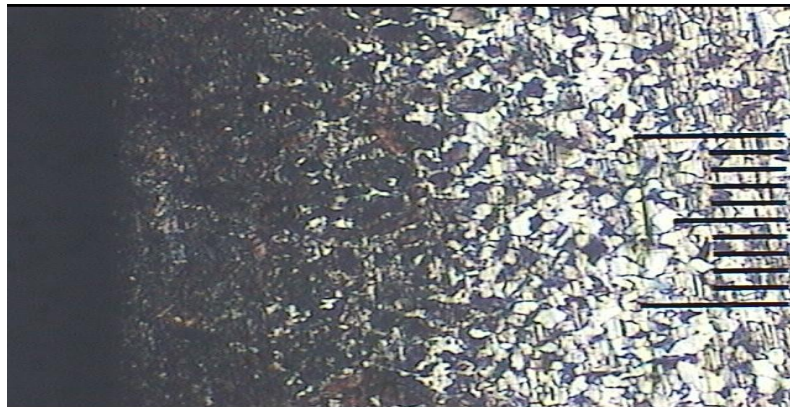
Gambar 3. Struktur Mikro Karburising 1 Jam

Pengujian Spesimen 3 dengan proses karburasi arang aktif batok kelapa lama waktu 2 jam dengan mikro optik dan hasilnya ditunjukkan pada gambar 4 Struktur mikro spesimen karburising jam.



Gambar 4. Struktur Mikro Karburising 2 Jam

Pengujian Spesimen 4 dengan proses karburasi arang aktif batok kelapa lama waktu 3 jam dengan mikro optik dan hasilnya ditunjukkan pada gambar 5 Struktur mikro spesimen karburising 3 jam.



Gambar 5. Struktur mikro karburising 3 jam

Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan raw material dengan menggunakan Vickers Hardness dengan hasil ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Keras Raw Material

No.	VHN
1	180
2	179
3	182

Pengujian kekerasan Spesimen 2 hasil proses *Carburising* dengan menggunakan Vickers Hardness dengan hasil ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Keras Spesimen 2 Hasil Karburising

No.	Kedalaman	Lama waktu (jam)	VHN
1	0,2	1	254
2	0,3	1	2,37
3	0,5	1	215

Pengujian kekerasan Spesimen 3 hasil proses *Carburising* dengan menggunakan Vickers Hardness dengan hasil ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Keras Spesimen 3 Hasil Karburising

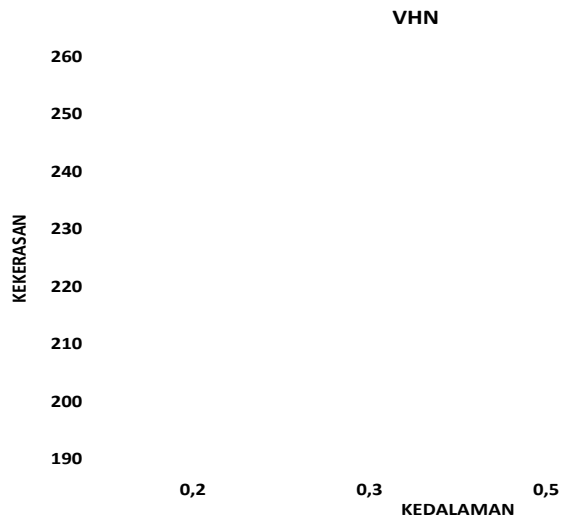
No.	Kedalaman	Lama waktu (jam)	VHN
1	0,2	2	267
2	0,3	2	2,46
3	0,5	2	231

Pengujian kekerasan Spesimen 4 hasil proses *Carburising* dengan menggunakan Vickers Hardness dengan hasil ditunjukkan pada Tabel 5.

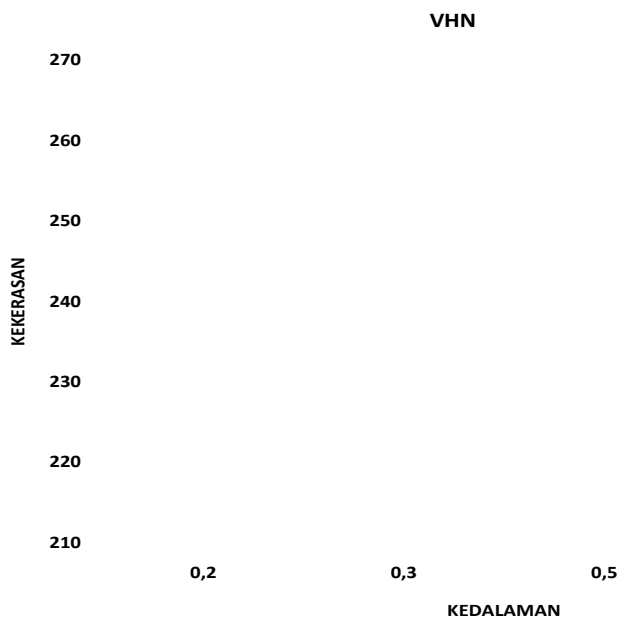
Tabel 5. Hasil Pengujian Keras Spesimen 4 Hasil Karburising

No.	Kedalaman	Lama waktu (jam)	VHN
1	0,2	3	284
2	0,3	3	2,59
3	0,5	3	247

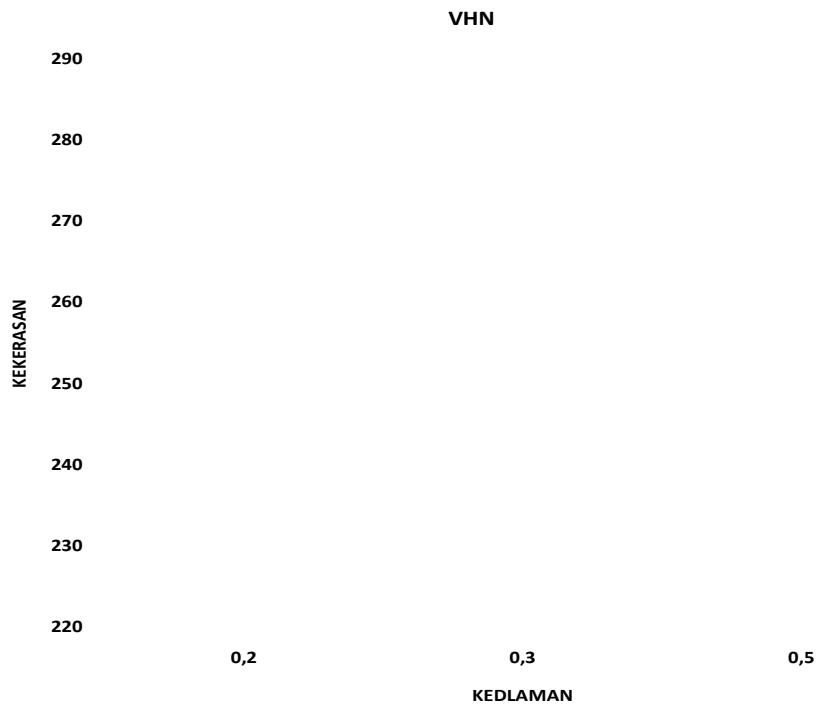
Analisa data dengan menggunakan grafik linier seperti pada Gambar 6, 7 dan 8.



Gambar 6. Grafik Data Spesimen 2



Gambar 7. Grafik Data Spesimen 3



Gambar 8. Grafik Data Spesimen 4

Dari pengujian dan penggrafikan data dapat dianalisis dari proses karburising baja karbon rendah, dengan lama waktu proses 1jam, 2jam dan 3 jam mengalami peningkatan kekerasannya hampir 70% dari raw material dan secara metalografi sangat tampak difusi karbon kedalam baja.

KESIMPULAN

Adanya kenaikan kekerasan secara signifikan pada baja karbon rendah setelah mengalami perlakuan proses karburising yang besarnya pada proses karburising dengan lama waktu 1 jam kekerasan spesimen mencapai 254 VHN, serta proses karburising dengan lama waktu 2 jam kekerasan spesimen mencapai 267 VHN dan proses karburising dengan lama waktu 3 jam kekerasan mencapai 284 VHN dari kekersana raw material 180 VHN.

Secara metalografi dengan pembesaran 50 kali unsur karbon dapat berdifusi kedalam baja dengan jelas dan semakin jelas bila waktu proses karburising semakin lama.

SARAN

Perlu adanya penelitian lanjutan dengan memvariasikan waktu lebih dari 3 jam. Perlu adanya aplikasi pada perusahaan yang banyak memanfaatkan dengan perbandingan harga yang lebih murah dibandingkan dengan baja ASAB yang digunakan untuk roller-roller selama ini, seperti di PT Indofood Semarang.

DAFTAR PUSTAKA

Activated carbon, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/qaery/2006>

ASTM A536, Annual Book of ASTM Standart, Vol. 1.02, ASTM, West Conshohocken, PA, 1999

ASTM A897, Annual Book of ASTM Standart, Vol. 1.02, ASTM, West Conshohocken, PA, 1999

Bhadesia HKHD, Bainite in Steels, Institute of Material, 1992

B.H. Amstcad, sriati Djaprie, Teknologi Mekanik, Edisi ketujuh Jilid 1, Erlangga 1995
Carburising

,http://www.matter.org.uk/steel_matter/manufacturing/surface_hardness/2006

Degarmo, Material and Processes in Manufacturing, 7th Edition, Macmilan Publishing Company, New York, 2000

DA Porter And Easterling, Phase Tranformation 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.htm

Steel Hardening Process, http://www.roymech.co.uk/usefull_Tabel/matter/iron_steel_form/2006

Saptono,Rahmat:<http://staff.ui.ac.id/internal/132128628/material/PengetahuanBahanBabKetiga.pdf>