

PENGARUH CARBURIZING DAN NITRIDING TERHADAP SIFAT MEKANIS PADA BAJA BOHLER K460, BOHLER K110 KNL EXTRA, BOHLER VCN 150 DAN HSS UNTUK BAHAN MATA PISAU PEMANEN SAWIT

Sahir B.Rangkuti¹, Indra², M. Sabri³, Mahadi⁴, Farida Ariani⁵, Ikhwansyah Isranuri⁶
Email : Sahirft@ymail.com

^{1,2,3,4,5,6}Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara
Jalan Almamater kampus USU
Medan 20155 Sumatera Utara Indonesia

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian Carburizing dan Nitriding pada bahan baja bohler K460, baja bohler VCN 150, baja bohler K110 KNL EXTRA, dan baja HSS. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh Carburizing dan Nitriding pada kekerasan, unsur kimia dan struktur mikro. Perbaikan sifat mekanis baja karbon sedang untuk mata pisau pemanen sawit ini dilakukan dengan karburisasi atau *carburizing* dan *nitriding*. *Carburizing* yaitu proses penambahan unsur karbon (C) pada permukaan baja, pemanasan karbonisasi dilaksanakan pada suhu 700°C - 850°C. Unsur karbon dapat diperoleh dari arang kayu, arang tempurung kelapa atau suatu material yang mengandung unsur karbon. Pengarbonan bertujuan untuk memberikan kandungan karbon yang lebih banyak pada bagian permukaan dibanding dengan dinding bagian dalam, sehingga kekerasan pada permukaan lebih meningkat. Sedangkan proses nitriding adalah proses pengerasan permukaan, dengan menggunakan bahan dan suhu pemanasan yang berlainan. Logam dipanaskan sampai 500°C-650°C didalam lingkungan gas ammonia dan gas nitrogen selama beberapa waktu. Nitrogen dan amoniak yang diserap oleh logam akan membentuk nitrida yang keras yang tersebar merata pada permukaan logam. Telah dibuat baja karbon khusus untuk proses ini. Aluminium sebanyak 0,03% sampai 0,75%, berkombinasi dengan gas membentuk partikel dan stabil dan keras. Suhu pemanasan berkisar antara 500°C - 650°C. Pada nitriding cair (*liquid nitriding*) digunakan garam sianida cair sedang suhunya dipertahankan dibawah daerah transpormasi. Ketebalan dapat dicapai 0,03mm-0,30mm. Pada proses nitriding terbentuk lapisan permukaan yang sangat tinggi dengan kekerasan antara 300-690 Brinell. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pengaruh carburizing dapat menambah lapisan pada permukaan bahan begitu juga sifat-sifat mekanisnya terutama pada unsur karbonnya, sedangkan nitriding dapat menurun dan menambah sifat-sifat mekanisnya tetapi kekerasan meningkat.

Kata Kunci : Carburizing, Nitriding, Baja Bohler K460, Baja Bohler VCN150, Baja Bohler K110 KNL EXTRA, dan Baja HSS.

1. PENDAHULUAN

Proses pemanenan kelapa sawit sangat banyak dijumpai permasalahan. Diantaranya adalah alat pemanen sawit yang disebut dengan pisau egrek. Pada pisau egrek masalah yang sering dijumpai yaitu umur yang singkat yang mengakibatkan cepat patah dan mata pisau yang cepat aus. Penulis memilih metode perbaikan dengan karburisasi (*carburizing*) dan nitridisasi (*nitriding*). Semakin lama waktu karburisasi, kekerasan pada baja HSM 440 yang dihasilkan meningkat dan laju ausnya semakin rendah, yaitu pada raw material nilai kekerasan 27 HRC dan pada penahanan 30 menit 63.77 HRC , 60 menit 65.5 HRC , dan 90 menit 65.65 HRC [1].

Jika karborisasi menggunakan zat padat maka prosesnya disebut karborisasi tertutup. Mekanisme karborisasi dengan difusi *intertisi*, dimana atom karbon menempati ruang antara atom-atom besi dengan menaikkan temperatur, maka akan meningkatkan energi aktivasi yang memungkinkan berpindahnya atom karbon ke posisi *intertisi dan intertisi* berikutnya [2]. Sifat mekanis baja karbon rendah yang ditemukan sangat dipengaruhi oleh proses karburisasi, suhu

dan waktu perendaman pada temperatur karburasi [3]. Proses nitriding adalah proses pengerasan permukaan, disini digunakan bahan dan suhu pemanasan yang berlainan. Logam dipanaskan sampai 510°C didalam lingkungan gas amoniak dan nitrogen selama beberapa waktu [4]. Penulis memilih metode perbaikan dengan karburisasi (*carburizing*) dan nitridisasi (*nitriding*) karena penambahan unsur paduan ke permukaan logam yaitu penambahan unsur karbon (C) dengan suhu 700°C-850°C, nitrogen (N₂) dan amoniak (NH₃) dengan suhu 500°C-650°C yang akan dapat memperbaiki sifat mekanis pada baja [5].

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Baja

Baja adalah logam paduan antara besi (Fe) dan karbon (C), dimana besi sebagai unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Berdasarkan komposisi dalam prakteknya baja karbon diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Baja Karbon Rendah (*Low Carbon Steel*)
Baja karbon rendah mengandung karbon antara 0,10 s/d 0,30 %.
2. Baja Karbon Menengah (*Medium Carbon Steel*), Baja karbon menengah mengandung karbon antara 0,30% - 0,60% C.
3. Baja Karbon Tinggi (*High Carbon Steel*)
Baja karbon tinggi mengandung kadar karbon antara 0,60% - 1,7% C dan setiap satu ton baja karbon tinggi mengandung karbon antara 70 – 130 kg.

2.2 Carburizing

Carburizing adalah proses penambahan unsur karbon pada permukaan baja, pemanasan karbonisasi dilaksanakan pada suhu 900°C - 950°C. Unsur karbon dapat diperoleh dari arang kayu, arang tempurung kelapa atau suatu material yang mengandung unsur karbon. Pengarbonan bertujuan untuk memberikan kandungan karbon yang lebih banyak pada bagian permukaan dibanding dengan dinding bagian dalam, sehingga kekerasan pada permukaan lebih meningkat. Tebal yang karbonisasikan dalam lingkungan yang menyebarkan karbon tergantung dari waktu, dan suhu karbonisasi. Karbonisasi dapat dilakukan dengan tiga (3) cara, yaitu karbonisasi padat, karbonisasi cair dan karbonisasi gas.

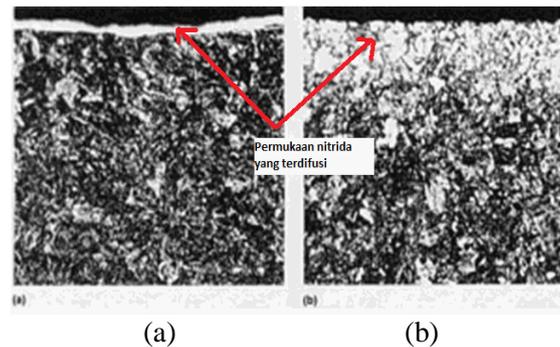
- Karbonisasi dengan Perantara Zat Padat (*Pack Carburizing*)
- Karbonisasi dengan perantara zat gas (*Gas Carburizing*)

2.3 Nitriding

Proses nitriding adalah proses pengerasan permukaan, disini digunakan bahan dan suhu pemanasan yang berlainan. Logam dipanaskan sampai 510°C didalam lingkungan gas ammonia dan nitrogen selama beberapa waktu. Nitrogen yang diserap oleh logam akan membentuk nitrida yang keras yang tersebar merata pada permukaan logam. Telah dibuat logam paduan khusus untuk proses ini. Aluminium sebanyak 1% sampai 1,5%, berkombinasi dengan gas membentuk partikel dan stabil dan keras. Suhu pemanasan berkisar antara 495°C - 565°C. Proses nitriding dilakukan dengan tujuan:

- a. Mendapatkan kekerasan permukaan yang tinggi.
- b. Meningkatkan ketahanan pakai dan sifat "antigalling".
- c. Meningkatkan ketahanan terhadap umur kelelahan.
- d. Meningkatkan ketahanan terhadap korosi.
- e. Meningkatkan ketahanan kekerasan permukaan terhadap kenaikan temperatur sampai temperatur nitriding.

Keuntungan yang diperoleh dengan proses nitriding ialah : distorsi dan deformasi minimum, karena temperatur pemanasan rendah. Reaksi dari proses ini adalah $2\text{NH}_3 \rightarrow 2\text{N} + 3\text{H}_2$. Berikut mikrostruktur baja hasil pengerasan permukaan dengan nitrida.



Gambar 1. Mikrostruktur Baja Hasil Pengerasan Permukaan dengan Nitrida, (a) single stage nitriding, (b) double stage nitriding.

2.4 Alat Pemanen Sawit

Hasil panen dari kebun sawit merupakan Tandan Buah Segar (TBS) yang harus segera diangkut ke pabrik pengolahan untuk mendapatkan hasil minyak kelapa sawit yang bermutu tinggi. Terdapat banyak jenis-jenis alat untuk pemanen kelapa sawit diantaranya :

1. Dodos merupakan alat panen untuk memotong buah kelapa sawit yang baru panen hingga berumur 10 tahun.
2. Kampak adalah alat pemanen sawit untuk pohon yang masih rendah atau masih muda (maksimal ketinggian 1 meter).
3. Egrek sawit adalah alat pemanen sawit untuk pohon yang sudah tinggi minimal 3 meter (panen di atas 10 tahun).

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

Adapun peralatan yang di penggunaan selama penelitian ini adalah:

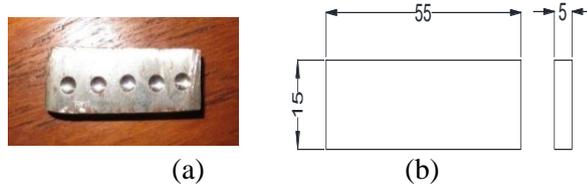
1. Tungku Pemanas (*Furnace Naber*)
2. *Thermocouple Type-K*
3. Jangka sorong
4. Penjepit specimen
5. Mesin poles (*polisher*)
6. Mikroskop optic
7. Mikroskop VB
8. Alat uji kekerasan Brinell
9. Batu giling
10. Ayakan
11. Skop
12. Tabung Nitrogen
13. Tabung Ammoniak
14. Regulator

Bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

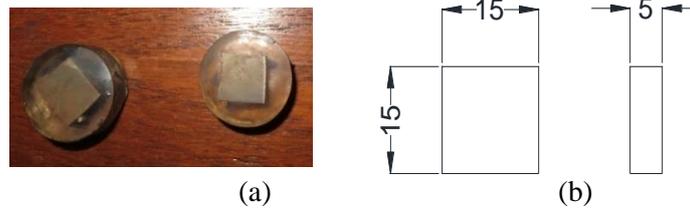
1. Baja HSS, baja bohler K-460, baja bohler KNL extra K-110 dan baja bohler VCN 150.
2. Resin dan *hardener*.
3. Kertas pasir dengan *grade* 120, 240, 400, 600, 800, 1000, 1200 dan 1500.
4. Larutan etsa nital 5%, 10%, 15%, 20%.
5. Arang kelapa.
6. Gas nitrogen.
7. Gas ammoniak.
8. Soda ASH DENSE (Barium).
9. Pasir kuarsa campur tanah liat

3.2 Spesifikasi Spesimen

Spesimen yang dipergunakan dalam pengujian ini ada 3 yaitu spesimen uji kekerasan, uji komposisi dan uji metalografi seperti yang diperlihatkan pada gambar 3.1



Gambar 2. Spesimen (a) uji kekerasan (b) dimensi spesimen



Gambar 3. Spesimen (a) Metallografi (b) dimensi specimen

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Hasil pengujian sifat mekanis dan uji komposisi sebelum dilakukan karburisasi dan nitridisasi dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 1. Kekerasan Raw Material

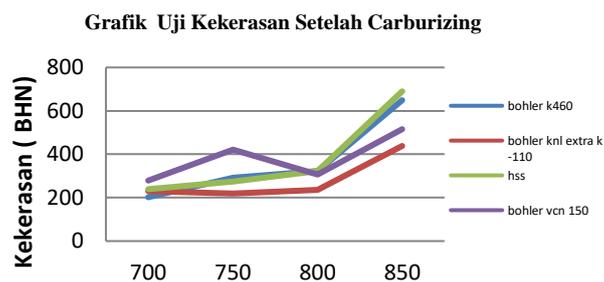
Nama-nama Bahan	Kekerasan (BHN)
Baja Bohler K460	194,2
Baja Bohler VCN 150	289
Baja Bohler K110 KNL EXTRA	196,8
Baja HSS	212

Tabel 2. Hasil Uji Komposisi Raw Material

Komp osisi Kimia	Unsur HSS (%)	Unsur Bohler K460 (%)	Unsur Bohler K110 KNL EXTRA (%)	Unsur Bohler VCN1 50 (%)
Fe	75,00	84,87	84,55	95,56
C	1,28	0,95	1,55	0,34
Si	0,032	0,25	0,30	0,30
Mn	0,438	1,10	0,30	0,60
P	0,036	-	-	-
Cr	4,20	0,55	11,80	1,50
Mo	5,00	-	0,75	0,20

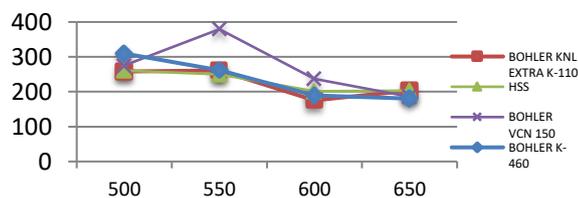
Ni	0,214	-	-	1,50
Al	0,035	-	-	-
Cu	0,045	-	-	-
Ti	0,058	-	-	-
V	3,10	0,10	0,75	-
Sn	0,096	-	-	-
Nb	0,062	-	-	-
W	6,40	0,55	-	-
Pb	0,066	-	-	-

Kekerasan Setelah Dicaburizing



Gambar 3. Grafik hubungan antara suhu terhadap nilai kekerasan setelah carburizing

Kekerasan Setelah Dinitriding



Gambar 4. Grafik hubungan antara suhu terhadap nilai kekerasan setelah dicarburizing

Berdasarkan hasil pengujian kekerasan yang digambarkan pada grafik, dapat dilihat bahwa kekerasan baja Bohler K460 yang Carburizing dengan nilai paling optimum terjadi pada suhu 850°C dengan penahanan 1 jam yaitu sebesar 649,2 dalam skala BHN, diikuti dengan baja HSS yang dicarburizing pada suhu 850°C dengan penahanan 1 jam yaitu sebesar 690 BHN dan baja Bohler K460 yang dinitriding pada suhu 500°C dengan penahanan 1 jam yaitu sebesar 309,6 BHN diikuti dengan baja Bohler VCN150 yang dinitriding pada suhu 550°C dengan penahanan 1 jam yaitu sebesar 374,9 BHN. dimana nantinya nilai-nilai tersebut akan dijadikan acuan untuk pengukuran hasil uji komposisi dan pengamatan struktur mikro serta untuk penelitian lanjutan yang berhubungan dengan sifat mekanis bahan.

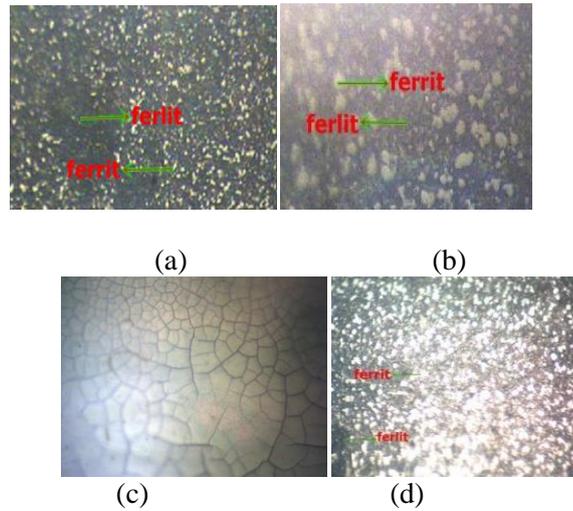
4.1.1 Hasil Uji Komposisi

Pengujian komposisi dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat mekanis dari spesimen. Dalam penelitian ini pengujian komposisi hanya dilakukan pada Carburizing dan Nitriding dengan nilai-nilai optimal yang mengacu pada hasil uji kekerasan, karena dari hasil pengujian kekerasan perubahan yang signifikan.

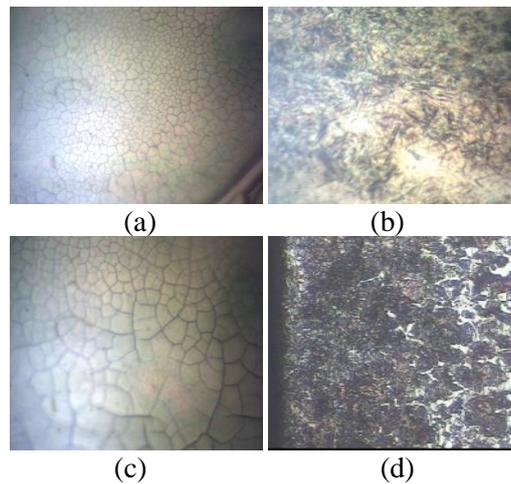
4.1.2 Hasil Pengamatan Struktur Mikro

Dalam pengamatan struktur mikro, perlu dilakukan persiapan benda uji. Pengamatan struktur mikro dilakukan untuk mengamati besar ukuran butir pada nilai-nilai optimal yang

diambil sebelumnya. Dengan menggunakan metode planimetri maka dapat diketahui besar butir dan fasa yang terjadi dari specimen tersebut. Berikut adalah gambar foto mikro struktur bahan.



Gambar 5. Foto Mikro Pembesaran 200X, (a) HSS Raw Material, (b) Hasil Setelah Carburizing, (c) Bohler K460 Raw Material, (d) Hasil Setelah Carburizing



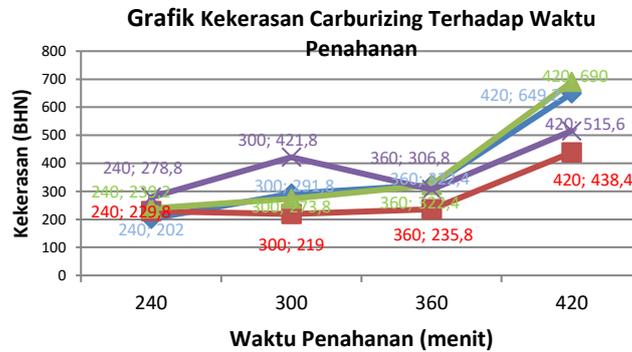
Gambar 6. Foto Mikro Pembesaran 200X, (a) Bohler VCN 150 Raw Material, (b) Hasil Setelah Nitriding, (c) Bohler K460 Raw Material, (d) Hasil Setelah Nitriding dengan Nital 5% dan Nital 10%.



Gambar 7. Foto Mikro Pembesaran 200X Raw Material Bohler K110 KNL *EXTRA* dengan Nital 5%

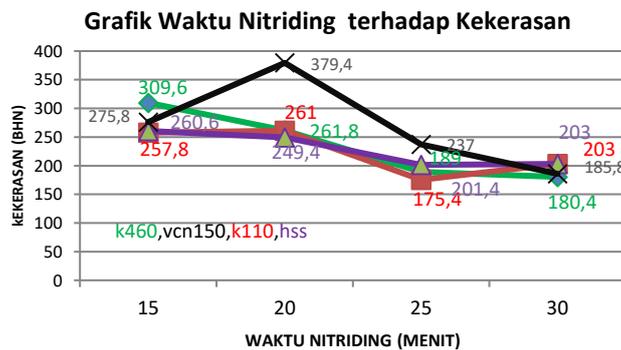
4.2. Pembahasan

Penelitian ini membahas hasil hubungan antara kekerasan material, waktu penahan dan perubahan kadar karbon setelah dilakukan carburizing dan nitriding. Hasilnya terlihat pada tabel di bawah ini :



Gambar 8. Grafik Kekerasan Carburizing Terhadap Waktu Penahanan.

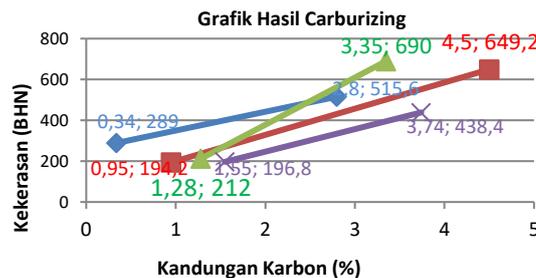
Dalam hasil pengujian kekerasan yang digambarkan pada grafik di atas, dapat dilihat bahwa kekerasan baja Bohler K460, Baja HSS, BOHLER K110 KNL EXTRA dan BOHLER VCN 150 telah jelas bahwa semakin lama waktu penahan maka kekerasan semakin tinggi dalam proses carburizing. Dan kekerasan nitriding terhadap waktu penahanan terlihat pada grafik di bawah ini :



Gambar 9. Grafik Kekerasan Terhadap Waktu Nitriding

Dalam hasil pengujian kekerasan yang digambarkan pada grafik di atas, dapat dilihat bahwa kekerasan baja Bohler K460, Baja HSS, BOHLER K110 KNL EXTRA dan BOHLER VCN 150 telah jelas bahwa semakin lama waktu penahan (suhu semakin tinggi) maka kekerasan pada bahan semakin menurun pada proses nitriding.

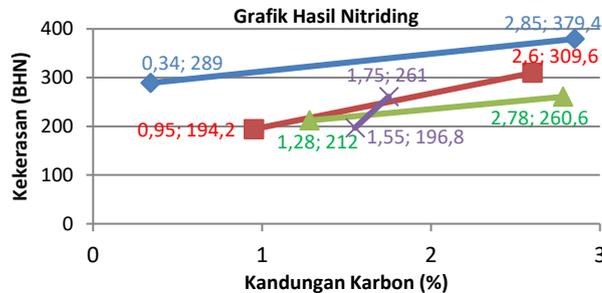
4.2.1 Hubungan Kandungan Karbon Terhadap Kekerasan



Gambar 10. Grafik Hubungan Kandungan Karbon dengan Kekerasan.

Hasil pengujian hubungan kandungan karbon terhadap kekerasan seperti tabel di atas dapat dilihat bahwa kekerasan baja Bohler K460, Baja HSS, BOHLER K110 KNL EXTRA dan BOHLER VCN 150 telah jelas semakin tinggi nilai kekerasan maka unsur karbon pada spesimen semakin bertambah di dalam permukaan dengan perlakuan carburising.

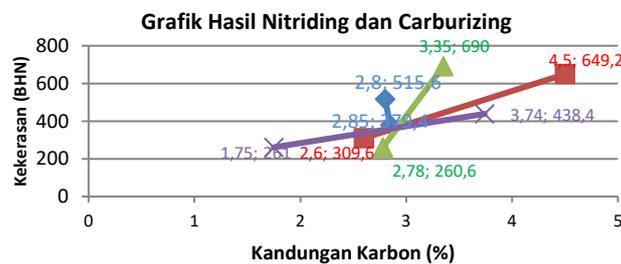
Hubungan Kandungan Karbon Terhadap Kekerasan Setelah Dinitriding



Gambar 11. Grafik Hubungan Kandungan Karbon dengan Kekerasan Setelah Nitriding

Hasil pengujian hubungan kandungan karbon terhadap kekerasan seperti gambar di atas dapat dilihat bahwa kekerasan baja Bohler K460, Baja HSS, BOHLER K110 KNL EXTRA dan BOHLER VCN 150 telah jelas semakin menurun nilai kekerasan kalau semakin tinggi suhu yang dilakukan. Tetapi unsur karbon pada spesimen semakin bertambah di dalam permukaan dibandingkan dari raw material.

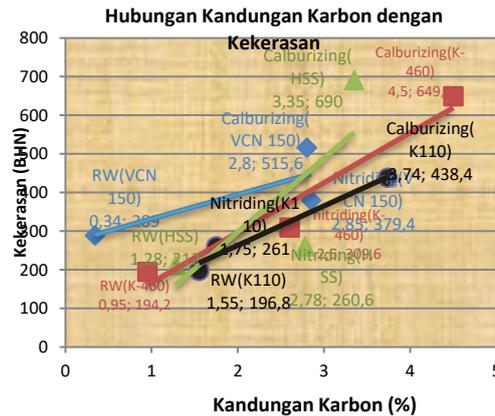
Hubungan Kandungan Karbon Terhadap Kekerasan Setelah Carburizing dan Dinitriding



Gambar 12. Grafik Gabungan Hubungan Kandungan Karbon dengan Kekerasan Setelah carburizing dan Nitriding.

Hasil pengujian gabungan hubungan kandungan karbon dengan kekerasan setelah carburizing dan nitriding. Kandungan karbon yang paling tinggi ada di BOHLER K460 dan di HSS. Dimana kekerasan yang paling tinggi adalah di HSS dan BOHLER K460.

Hubungan Kandungan Karbon dengan Kekerasan



Gambar 13. Grafik Gabungan Hubungan Kandungan Karbon dengan kekerasan Setelah carburizing dan Nitriding.

Untuk carburizing dan nitriding akan mengalami perubahan mikrostruktur setelah mengalami perlakuan yang mana akan terjadi fasa ferrit dan ferlit dengan nital 10% dan 5%. Pada perlakuan carburizing hanya satu bahan yang jelas mengalami lapisan yang nyata yaitu pada suhu 750°C dengan ketebalan 0,3mm dengan penahanan 1 jam. Pada perlakuan nitriding juga satu bahan yang mengalami lapisan yang nyata yaitu pada suhu 500°C dengan ketebalan 0,5mm dengan penahanan 1 jam.

5. KESIMPULAN

- Sifat mekanis baja karbon (HSS, Bohler K460, Bohler VCN 150 dan K110 KNL EXTRA) dengan carburizing dan nitriding diperoleh hasil sebagai berikut :
 - Hasil uji kekerasan maksimum adalah 690 BHN pada proses carburizing terhadap HSS diatas temperatur rekristalis dengan suhu 850°C.
 - Hasil uji kekerasan maksimum adalah 649,2 BHN pada proses carburizing terhadap bohler K460 diatas temperatur rekristalisasi dengan suhu 850°C.
 - Hasil uji kekerasan maksimum adalah 309,6 BHN pada proses nitriding terhadap bohler K460 dibawah temperatur rekristalisasi dengan suhu 500°C.
 - Hasil uji kekerasan maksimum adalah 374,9 BHN pada proses nitriding terhadap bohler VCN 150 dibawah temperatur rekristalisasi dengan suhu 550°C.
- Kandungan karbon pada HSS (3,35%) dan kekerasan (690 BHN) berbanding lurus yaitu semakin banyak kandungan karbon pada material maka kekerasannya juga semakin meningkat dengan proses carburizing.
- Kandungan karbon pada Bohler K460 (4,5%) dan kekerasan (649,2 BHN) berbanding lurus yaitu semakin banyak kandungan karbon pada material maka kekerasannya juga semakin meningkat dengan proses carburizing.
- Proses carburizing dan nitriding dapat memperbaiki sifat mekanis baja BOHLER K460, BOHLER VCN150 dan HSS yang akan digunakan untuk bahan alat pemanen sawit.

DAFTAR PUSTAKA

- Amanto, Hari, dan Daryanto. *Ilmu Bahan*, Jakarta : PT. Bumi Aksara, 1999.
- ASM Handbook, Volume 1, *Properties and Selection: Irons Steels and High Performance Alloys*. ASM International, 2005.
- Linde AG. 2005. *Furnace Atmospheres 3 Gas Nitriding and Nitrocarburizing*. Pullach : Germany.
- Schonmetz. 1985. *Proses Karburisasi dan Proses Kuancing*.
- Thening Erik, Karl. 1984. *Steel and its heat treatment*. Butterworths : London.