

---

Jurnal Inovasi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, 1 (2): 30-06, 2020

ISSN: 2686-5157



---

**ANALISA TEMPERATUR DAN WAKTU PADA PROSES KARBURISASI PADAT TERHADAP STRUKTUR MIKRODAN KEKERASAN KOMPONEN SPROCKET MOTOR PRODUK DALAM NEGERI (LOKAL)**

Suhendi

Teknik Mesin, Universitas Pamulang, Jl. Surya Kencana No.1 Tangerang Selatan, Indonesia

E-mail: [dosen02001@unpam.ac.id](mailto:dosen02001@unpam.ac.id)

**ABSTRAK**

Karburisasi adalah metode yang paling banyak digunakan dalam perlakuan panas permukaan komponen yang dikarburisasikan dan biasanya terbuat dari baja dengan karbon reaktif rendah. Dalam hal ini penelitian tentang pengaruh perlakuan panas karburisasi padat terhadap baja padat terhadap baja karbon yang digunakan pada roda gigi ringan (komponen *gear sprocket*) dalam temperatur yang sama dan waktu penahan (*holding time*) yang berbeda sehingga didapatkan kekerasan yang dibutuhkan dengan efisiensi tinggi. Pengujian karburisasi *gear sprocket* tingkat kekerasan dan kedalaman karburisasi pada *gear sprocket* dengan temperatur 925°C dengan waktu tahan 4 jam dengan kedalaman karburisasi 1 mm. kekerasan yang tertinggi pada puncak sebesar 454,04HV dan pada kaki 315,03HV (waktu penahanan 4 jam), kekerasan terkecil sebesar 89,12HV diperoleh pada puncak (waktu penahanan 1 jam) serta pada kaki 82,72HV (waktu penahanan 2 jam). Hasil spektrometri diperoleh kadar karbon sprocket produk dalam negeri (lokal) lebih besar dari pada original (lokal= 0,76 %C dan original= 0,62 %C).

Kata kunci: karburisasi padat, roda gigi, *holding time*, kekerasan permukaan, perlakuan panas.

**ABSTRACT**

*Carburization is the most widely used method in the surface heat treatment of carburized components and is usually made of steel with low reactive carbon. In this case the study of the effect of the heat treatment of solid carburization of solid steel on carbon steel used in light gears (gear sprocket components) at the same temperature and different holding times so that the required hardness with high efficiency is obtained. Testing the carburization of the gear sprocket hardness level and the depth of the carburization on the gear sprocket with a temperature of 925°C with a holding time of 4 hours with a carburization depth of 1 mm. the highest hardness at the peak of 454.04HV and at feet 315.03HV (4 hour detention time), the smallest hardness of 89.12HV obtained at the peak (1 hour detention time) and at 82.72HV feet (2 hour detention time) spectrometry obtained carbon sprocket of domestic (local) products is greater than the original (local = 0.76% C and original = 0.62% C).*

*Keywords: solid carburization, gears, holding time, surface hardness, heat treatment*

---

**Corresponding Author:** Suhendi, [suhendi1983@gmail.com](mailto:suhendi1983@gmail.com)

## I. PENDAHULUAN

Saat ini bangsa Indonesia menghadapi kondisi yang berat untuk menuju era globalisasi yang merupakan akan terjadinya perdagangan bebas. Untuk itu negara harus cepat menciptakan suatu pembangunan di segala bidang termasuk industrialisasi. Industrialisasi penting artinya bagi bangsa Indonesia. Karena maju mundurnya suatu bangsa dapat diukur melalui keberhasilannya dalam melaksanakan industrialisasi. Pada saat ini baja masih merupakan material dasar yang dominan dalam bidang industrialisasi, khususnya dalam industri mesin dan otomotif. Hal ini disebabkan karena baja memiliki sifat-sifat kekerasan, kekuatan, ketangguhan dan keuletan yang baik<sup>[1]</sup>. Untuk itu perlu dilakukan penelitian tentang bahan baja yang digunakan untuk pembuatan komponen sprocket original. Dalam industri selalu diinginkan bahan dengan harga terjangkau dan sifat baja yang optimal, yaitu memiliki kekerasan permukaan yang tinggi sekaligus keuletan yang baik<sup>[2]</sup>. Dalam aplikasinya sebagai komponen sprocket yang terbuat dari baja dibutuhkan kekerasan permukaan dan keuletan yang tinggi<sup>[1]</sup>. Untuk memenuhi tujuan itu perlu dilakukan proses perlakuan panas terhadap komponen baja tersebut. Salah satu pengerasan yang cukup murah adalah karburisasi padat (*pack carburizing*)<sup>[3]</sup>. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan panas karburisasi padat terhadap baja karbon yang digunakan pada roda gigi ringan (komponen sprocket original) dalam temperatur yang sama dan waktu penahanan (*holding Time*) yang berbeda, sehingga didapatkan kekerasan yang dibutuhkan dengan efisiensi yang tinggi<sup>[1]</sup>.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

*Gear sprocket* biasanya terbuat dari baja, besi tuang, perunggu atau bahan sintesis yang mutakhir seperti nylon, teflon, titanium dan serbuk besi yang sintesis telah dipakai dengan memuaskan, banyak variasi bahan yang tersedia memberikan kesempatan bagi perencanaan untuk mendapatkan bahan yang optimum untuk setiap keperluan tertentu, apakah berupa kekuatan yang tinggi, umur keausan yang panjang, ketidak bisingan operasi, atau keandalan yang tinggi<sup>[2]</sup>. Dalam kebanyakan pemakaian, baja merupakan bahan yang paling memuaskan karena menggabungkan kekuatan yang tinggi dan biaya yang rendah. Sprocket dibuat baik dari baja paduan, dan sebetulnya tidak ada bahan yang merupakan bahan terbaik. Dalam banyak

hal, pemilihan tergantung pada kesuksesan relative dari bagian. Bila sprocket dicelup cepat (*quenched*) atau pemanasan kembali (*tempered*), maka baja dengan karbon 0,4 s/d 0,6% dapat digunakan. Bila harus diperkeras setempat (*case hardened*), baja yang dipakai adalah berkadar karbon 0,2% atau kurang sifat bagian inti dan bagian permukaan harus selalu dipertimbangkan<sup>[5]</sup>.

Besi tuang adalah suatu bahan yang sangat penting karena besi tuang mempunyai ketahanan aus yang baik. Bahan ini mudah dipotong dan dibubut memberi suara yang tidak sebisings baja, kekuatan tarik dari besi tuang kelas ASTM. Perunggu biasa digunakan untuk sprocket bila korosi adalah merupakan persoalan dan bahan ini cukup berguna dalam mengurangi gesekan dan keausan bila kecepatan luncur tinggi<sup>[2]</sup>. ASTM mencatat lima jenis timah perunggu yang mengandung sedikit nikel, timbal atau seng yang ternyata sesuai dengan bahan sprocket yang kekerasannya berkisar antara 70- 85 BHN. Sprocket yang bukan logam dipasangkan dengan baja atau besi tuang untuk mendapatkan kepastian pembawaan beban yang paling tinggi. Untuk menjamin ketahanan aus yang baik sprocket harus mempunyai kekerasan paling tidak 300 BHN<sup>[4]</sup>. Pada penelitian ini digunakan bahan baja yang sudah terbentuk menjadi komponen *gear sprocket* yang digunakan pada gear depan menjadi poros utama, jenis baja ini merupakan baja karbon rendah dari aslinya<sup>[5]</sup>. Dalam penelitian ini komponen gear sprocket yang digunakan mempunyai harga jual yang rendah dan mempunyai ketahanan dan kemampuan yang kurang dibandingkan dengan yang aslinya, oleh karena itu dilakukan suatu proses karburisasi padat untuk mendapatkan kekerasan permukaan yang diinginkan<sup>[6]</sup>.

## III. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Alat, Bahan dan Proses

Material yang akan diteliti adalah *gear sprocket* dimana sprocket tersebut merupakan bagian dari sistem transmisi sepeda motor 2 tak dengan 5 percepatan. Benda uji masih belum dipakai (baru) dengan dua benda sprocket, yaitu sprocket asli (original) dan produk dalam negeri (lokal) dimana sprocket dalam negeri (lokal) dipotong 5 sampel. Bahan dipotong dengan mesin Discotom 2 potong dengan arah menyilang selama pemotongan harus dihindari perubahan struktur akibat

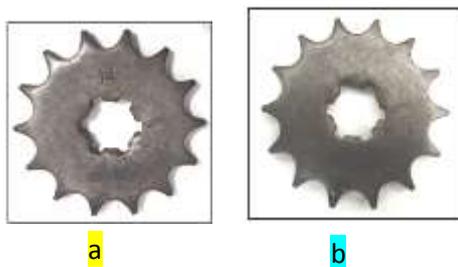
panas yang ditimbulkan pada saat pemotongan bahan dan perubahan bentuk bahan akibat

### 3.2. Proses Karburisasi Padat

Waktu proses karburisasi 4 jam menghasilkan proses difusi Karbon ke permukaan baja cukup dalam, tetapi belum maksimal karena bila ada penambahan waktu terjadi kedalaman difusi yang meningkat<sup>[7]</sup>. Pemilihan waktu proses karburisasi 4 jam dengan asumsi jumlah atom karbon yang terdifusi ke permukaan benda uji cukup, kotak yang telah dipersiapkan dari debu dan kotoran kemudian arang kelapa dimasukkan memenuhi kotak tersebut dikeluarkan lagi untuk ditimbang utnuk menentukan berapa banyak *natrium karbonat* yang dicampurkan sesuai dengan perbandingan yang diinginkan yaitu 80% arang kelapa dan 20%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ <sup>[8]</sup>. Setelah arang kelapa dan natrium karbonat tercampur rata, campuran itu dimasukkan ke kotak dengan tinggi 20 mm dan jarak antara benda dengan yang lain 20 mm serta jarak antar benda uji dengan dinding 2 mm<sup>[9]</sup>.

Dapur pemanas dihidupkan hingga temperature  $925^{\circ}\text{C}$ . setelah pemanasan berlangsung hingga waktu tahan 1 jam dapur dibuka dan kotak berisi benda uji dikeluarkan kemudian secepatnya dicelupkan dengan cepat

Pemberian tanda bahan dengan menggunakan grafis elektris pada bagian belakang bahan dengan tujuan membedakan bahan yang satu dengan yang lain dan untuk memudahkan dokumentasi.



Gambar 3.1. Gear sprocket asli (original) (a) dan produk dalam negeri (local) (b)

beban alat potong<sup>[1]</sup>.

kedalam oli pendingin. Kemudian kotak karburisasi dimasukkan kembali dengan rapat kedalam dapur pemanas. Setelah penahanan 2 jam, kotak karburisasi dikeluarkan kembali dari dapur pemanas untuk selanjutnya benda uji dicelupkan dengan cepat kedalam oli pendingin. Demikain untuk selanjutnya untuk bahan 3 dan 4 dengan waktu tahan 3 jam dan 4 jam<sup>[8]</sup>.

### 3.3. Proses temper

Benda uji yang telah di *quenching* dipanaskan kembali pada dapur pemanas dengan temperature  $180^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam. Benda uji dikeluarkan dan didinginkan di udara terbuka hingga mencapai temperatur kamar. Tempering pada pemanasan sampai suhu kritis bawah dan menyebabkan pengendapan sebagian dari karbon, bukan sebagai perlit. Tingkat kekerasan yang dicapai setelah pendinginan tergantung kandungan karbon didalam baja, yang mengandung kurang 0,3 %C tidak memperlihatkan perubahan yang nyata. Kekerasan maksimum dapat dicapai bila baja itu mengandung 1,2 %C<sup>[1]</sup>.

### 3.4. Diagram alir penelitian



Gambar 3.2. Diagram alir penelitian

### 3.5. Uji kekerasan

Untuk menguatkan hasil penelitian agar lebih lengkap, maka selain pengamatan struktur mikro, maka dilakukan pengujian kekerasan

## IV. Hasil dan pembahasan

### 4.1 Komposisi Kimia

Tabel 4.1 Komposisi Kimia hasil pengujian spectrometri

UNSUR	BENDA UJI E (ORIGINAL) KADAR (%)	BENDA UJI F (LOKAL) KADAR (%)
Karbon	0,62	0,76
Silicon	0,0001	<0,0001
Sulfur	0,007	0,0008
Fosfor	0,018	0,004
Mangan	0,29	0,28
Nikel	0,005	0,009
Khrom	0,024	0,12
Molybden	< 0,0001	< 0,0001
Vanadium	0,0002	< 0,0001
Tembaga	0,0006	0,004
Wolfram	< 0,0001	< 0,0001
Titanium	0,0006	0,0008
Timah	0,001	0,0003
Aluminium	0,011	0,014
Timbal	< 0,0001	0,0002
Niobium	< 0,0001	< 0,0001
Zirconium	0,005	< 0,0001
Zink	0,002	0,002
Ferro	99,0	98,9

Tabel 4.1. Hasil pengujian spectrometri

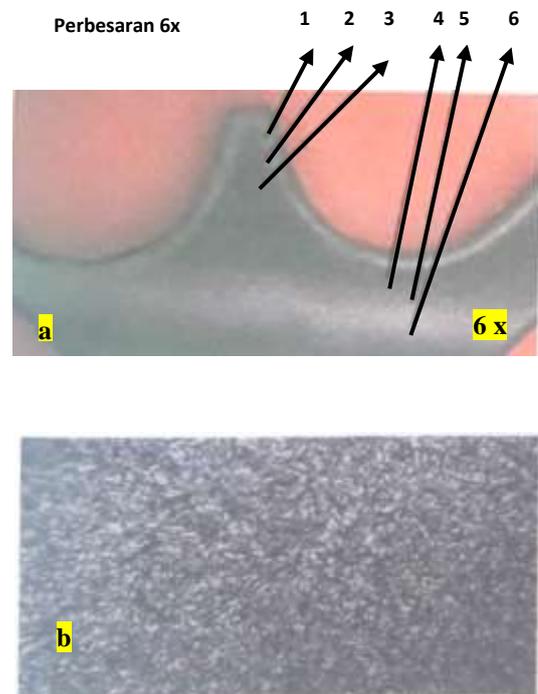
Dari hasil pengujian spektrometri mendapatkan kadar dari unsur – unsur yang terdapat pada kedua benda uji. Terlihat bahwa kedua benda uji mempunyai kadar unsur yang tidak sama, ini karena kedua benda uji adalah gear sprocket original dan gear sprocket dalam negeri (lokal).



Gambar 4.2. Pada titik 2 terlihat struktur mulai bagian pengamatan atas sampai bawah martensit, ferrit dan perlit, pengamatan pada titik 3 terlihat struktur ferrit dan perlit (b).

dengan metode Vickers. Metode ini dipilih mengingat spesimen yang diamati ukurannya kecil [1].

### 4.2. Hasil pengamatan struktur Mikro. Gambar struktur benda uji (A) 1 jam



Gambar 4.1. Bahan uji dengan titik yang akan diamati (a), pengamatan pada titik 1 terlihat struktur martensit (b).





Gambar 4.3. Pengamatan pada titik 4 terlihat struktur perlit (a), pengamatan pada titik 5 terlihat struktur perlit dan ferrit (b).



Gambar 4.4. Pengamatan pada titik 6 terlihat struktur ferrit dan sedikit perlit.

**Gambar struktur benda uji (B) 2 jam**



Gambar 4.5. Bahan uji yang akan diamati (a), pengamatan pada titik 1 terlihat struktur martensit, Austenit sisa dan perlit (b)



Gambar 4.6. Pengamatan pada titik 2 terlihat struktur perlit halus dan sedikit (a), pengamatan pada titik 3 terlihat struktur perlit halus dan bainit perlit dan ferrit (b).



Gambar 4.7 Pengamatan pada titik 4 terlihat struktur perlit (a), pengamatan pada titik 5 terlihat struktur Bainit, ferrit dan perlit (b)



Gambar 4.8. Pengamatan pada titik 6 terlihat struktur ferrit dan sedikit perlit.

**Gambar struktur benda uji (C) 3 jam**



Gambar 4.9. Bahan uji yang akan diamati (a), pengamatan pada titik 1 terlihat struktur martensit dan austenite sisa (b).



Gambar 4.10. pengamatan pada titik 2 terlihat struktur martensit dan austenite sisa (a). pengamatan pada titik 3 terlihat struktur ferrit dan perlit (b)



Gambar 4.11 pengamatan pada titik 4 terlihat struktur perlit (a), pengamatan pada titik 5 terlihat struktur perlit (b).



Gambar 4.12 Pengamatan pada titik 6 terlihat struktur perlit dan ferrit

**Gambar struktur benda uji (D) 4 jam**



Gambar 4.13. Bahan uji yang akan diamati (a), pengamatan pada titik 1 terlihat struktur martensit dan austenite sisa (b).



Gambar 4.14. Pengamatan pada titik 2 terlihat struktur martensit dan perlit (a), pengamatan pada titik 3 terlihat struktur bainit, sedikit ferrit dan perlit (b)



Gambar 4.15. Pengamatan pada titik 4 terlihat struktur perlit (a), pengamatan pada titik 5 terlihat struktur perlit (b).

**Gambar struktur benda uji Sprocket Original (E)**



Gambar 4.16. Bahan uji yang akan diamati (a).pengamatan pada titik 1 terlihat struktur martensit halus (b).



Gambar 4.17. Pengamatan pada titik 2 terlihat struktur martensit yang lebih kasar dari pada pengamatan titik 1 (a), pengamatan pada titik 3 terlihat struktur bainit yang mendominasi (b)



Gambar 4.18. Pengamatan pada titik 4 terlihat struktur martensit dan austenite sisa (a), Pengamatan pada titik 5 terlihat struktur martensit yang lebih kasar (b).



Gambar 4.19. Pengamatan pada titik 6 terlihat struktur bainit dan perlit serta sedikit martensit.

**Gambar struktur benda uji Sprocket lokal (F)**



Gambar 4.20. Bahan uji yang akan diamati (a), Pengamatan pada titik 1 terlihat struktur martensit



Gambar 4.21. Pengamatan pada titik 2 terlihat struktur martensit yang lebih kasar (a), Pengamatan pada titik 3 terlihat struktur ferrit mendominasi dan sedikit perlit (b).



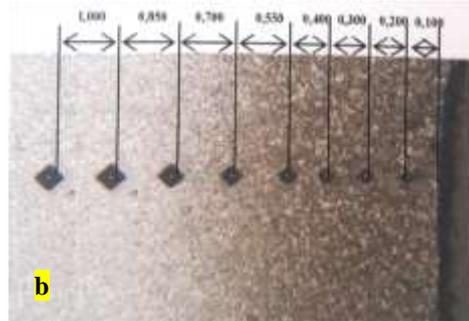
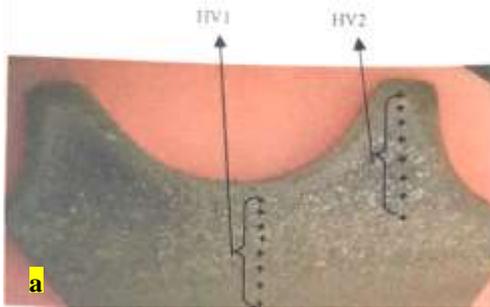
Gambar 4.22. Pengamatan pada titik 4 terlihat struktur martensit (a). pengamatan pada titik 5 terlihat struktur martensit dominan pada bagian atas dan pada bagian bawah terlihat perlit (b).



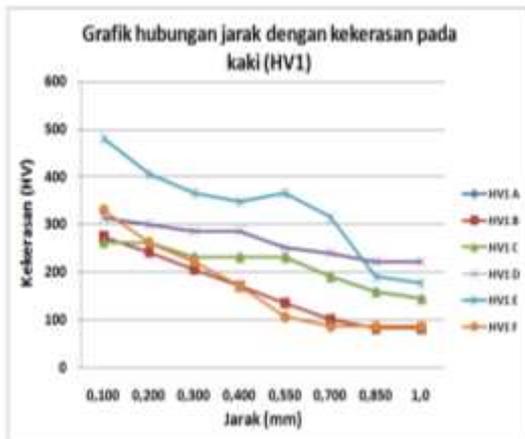
Gambar 4.23. Pengamatan pada titik 6 terlihat struktur ferrit yang dominan dan perlit serta bainit sedikit.

#### 4.3. Data Hasil Pengujian Kekerasan

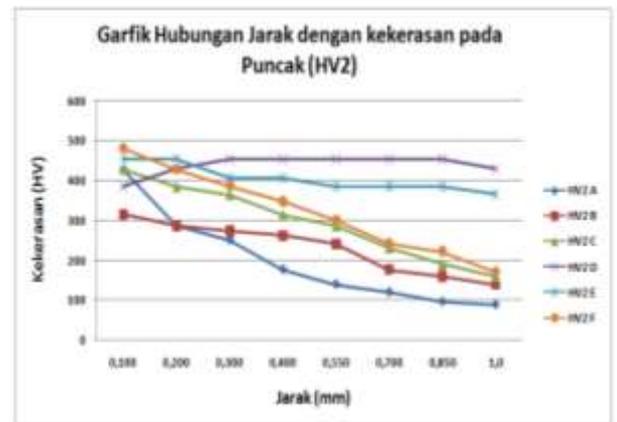
##### Cara interval jejakan pada pengujian kekerasan



Gambar 4.24 Penjejukan pada lokasi HV1 (kaki pada benda uji) dan HV2 (puncak pada benda uji) (a), Titik penjejukan pada benda uji (b).



Gambar 4.25. Grafik kekerasan benda uji pada kaki (HV1) untuk perlakuan dengan jarak penjejukan



Gambar 4.26 Grafik kekerasan benda uji pada puncak (HV2) untuk perlakuan dengan jarak penjejukan

Table 4.4. Data pengujian Karburisasi

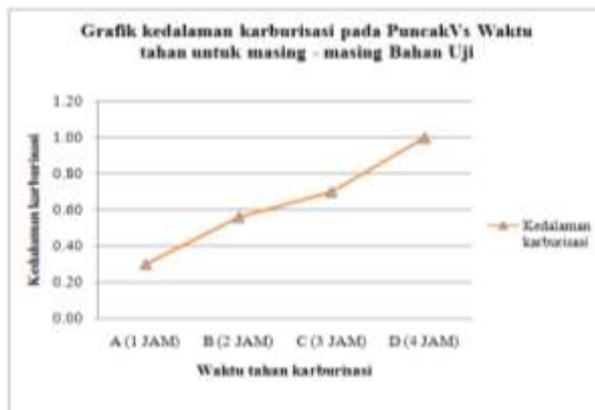
No	Benda Uji	Waktu (jam)	Suhu ( $^{\circ}$ C)
1	A	1	925
2	B	2	925
3	C	3	925
4	D	4	925
5	Sprocket Original E	Tanpa perlakuan	Tanpa perlakuan
6	Sprocket Lokal F	Tanpa perlakuan	Tanpa perlakuan

#### 4.5. Hasil pengukuran kedalaman karburisasi.

Dari hasil grafik pengujian kekerasan didapat kedalaman karburisasi yang disusun pada tabel 4.5 dan table 4.6. berikut.



Gambar 4.27 Grafik kedalaman karburisasi pada kaki vs waktu tahan untuk masing-masing bahan uji.



Gambar 4.28. Grafik kedalaman karburisasi pada puncak vs waktu tahan untuk masing-masing bahan uji

#### V. KESIMPULAN

1. Tingkat kekerasan dan kedalaman karburisasi padat yang didapat tergantung dari lama penahanan pada waktu pemanasan (*heat treatment*), hal ini dapat dilihat dari bahan uji hasil karburisasi pada temperatur 925°C dengan waktu tahan 4 jam dengan kedalaman karburisasi 1 mm.
2. Karburisasi bertujuan meningkatkan kekerasan pada permukaan bahan uji. Hasil kekerasan yang diperoleh adalah yang tertinggi pada puncak sebesar 454,04HV dan pada kaki 315,03 HV (waktu penahanan 4 jam),

3. Pada spektrometri diperoleh kadar karbon sprocket produk dalam negeri (lokal) lebih besar dari pada asli (original) (local %C = 0,76 dan original %C = 0,62), tetapi baik atau tidaknya material sprocket tidak tergantung dari tinggi kekerasannya (kekerasan semakin tinggi tingkat kegetasannya tinggi juga) harus diperhatikan juga unsur-unsur campuran yang terdapat dalam sprocket, contohnya: Ni (tahan beban lentur), Mo (menaikkan kekuatan bahan) dan unsur – unsur lainnya yang dapat meningkatkan ketangguhan dan keuletan material sprocket.
4. Fasa-fasa yang terbentuk pada benda uji berbeda – beda, pada bagian atas atau ujung sprocket terbentuk fasa martensit dominan (keras). Bagian ke bawah sedikit fasa yang terbentuk perlit dan martensit (kekerasannya berkurang) dan bagian bawah lagi terbentuk fasa bainit dan perlit (agak lunak), hal ini sesuai dengan pengujian kekerasan pada sprocket dimana kekerasan dimana kekerasan pada bagian atas sprocket mempunyai nilai yang lebih tinggi dari bagian bawah sprocket.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Adyana, DN. Ir. Dr. *Logam dan paduan, tinjauan tentang proses pengolahan dan hubungan antara struktur dengan sifat mekanis*, 1990.
2. Sularso, Kiyokatsu Suga. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Cetakan kedelapan. PT. Pradnya paramita, Jakarta, 1994.
3. Poor, R., dan Verhoff, S., “*New Technology is The Next Step in Vacuum Carburizing*”, Surface Combution Inc., Maumee, Ohio, USA, Industrial heating oktober 2002.
4. ASM. *Hand Book. Properties and Selection Iron, Steel and High Performance Alloy*.
5. Beumer B. J. M. Ing, *Ilmu Bahan Logam*, Jilid 3 bhrataria, 1994.
6. Djaprie Sriatie, Van Vlack. *Ilmu dan Teknologi Bahan*. Erlangga, edisi lima, 1992.
7. Suryanto, H., Malau, V., dan Samsudin, “*Pengaruh Penambahan Barium Karbonat pada Media Karburasi*

- terhadap Karakteristik Kekerasan Lapisan Karburasi Baja Karbon Rendah*”, *Proceeding Seminar Nasional Teknik Mesin 2003*, Universitas Brawijaya, Malang, Oktober 2003.
8. Tiwanda Mujiyono, “*Pengaruh Penambahan Barium Karbonat (BaCo<sub>3</sub>), Temperatur Dan Lama Pemanasan Terhadap Peningkatan Kekerasan Baja Karbon Rendah Pada Proses Karburising Dengan Media Serbuk Tempurung Kelapa*”, Laporan Penelitian, FT-UNY, Yogyakarta, 2005.
  9. Mujiyono dan Soemowidagdo, A.,L., “*Pemanfaatan Natrium Karbonat Sebagai Energizer Pada Proses Karburising Untuk Meningkatkan Kekerasan Baja Karbon Rendah*”, Laporan Penelitian, FTUNY, Yogyakarta, 2005
  10. Honeycomb. *Steels Microstructure and Properties*. 1984.
  11. Budinski, G., dan Budinski., K., *Engineering Materials-properties and selection*, 6th edition, Prentice Hall International, Inc., New Jersey, USA 1999.