

PENGARUH TEMPERATUR CARBURIZING PADA PROSES PACK CARBURIZING TERHADAP SIFAT – SIFAT MEKANIS BAJA S 21 C

Adi Dermawan¹, Mustaqim², Fajar Shidiq³

1. Mahasiswa, Universitas Pancasakti, Tegal
2. Staf Pengajar, Universitas Pancasakti, Tegal
3. Staf Pengajar, Universitas Pancasakti, Tegal

Kontak Person :

Mohamad Adi Dermawan

Jl.Tanjung No.22

Kota Tegal

Telp :083839014555 , Email :adypaper@yahoo.com

Abstrak

Gear salah satu komponen sepeda motor yang mungkin sering terlewatkan oleh para bikers padahal fungsi dari gear ini meliputi sebagai penggerak roda, sebagai pentransfer putaran mesin ke roda sepeda motor, mengatur nafas perpindahan gigi pada motor, meningkatkan atau menurunkan akselerasi sepeda motor, penyeimbang roda belakang sepeda motor sehingga gear sepeda motor ini dituntut agar mempunyai material yang keras dan tahan aus pada mata gear dan dalam inti harus mempunyai keuletan dan ketangguhan yang baik supaya tidak getas.

Carburizing adalah proses perlakuan panas pada permukaan benda kerja dengan memanfaatkan karbon sebagai unsur pengerasan. Prinsip kerja perlakuan panas jenis ini adalah meletakkan karbon disekitar benda kerja pada saat dipanaskan, sehingga karbon akan berdifusi dengan permukaan benda kerja. Hasil yang diperoleh adalah benda kerja dengan permukaan yang keras akan tetapi bagian inti tetap ulet.

Metode penelitian yang digunakan dalam skripsi ini adalah eksperimen laboratorium, dibagi menjadi 4 pengujian dan 4 temperatur *carburizing raw material*, temperatur 825°C, 870°C dan 910°C. Spesimen uji struktur mikro, spesimen uji kekerasan *brinell* yang digunakan standart JIS Z 2243, spesimen uji tarik yang digunakan standart JIS Z 2241.

Gear original GL 200 CC mempunyai struktur yang nampak adalah *bainit + martensit*, raw material mempunyai struktur mikro yang nampak adalah *ferrite + pearlite*, temperatur *carburizing* 825°C mempunyai struktur mikro yang nampak adalah *pearlite + martensite*, temperatur *carburizing* 870°C mempunyai struktur mikro yang nampak adalah bainit + martensit, temperatur *carburizing* 910°C mempunyai struktur mikro yang nampak adalah *sementit + martensit*. Kekerasan dengan temperatur *carburizing* 825°C, 870°C dan 910°C, kekerasan rata – rata sebesar 294,33 HB, 333,67 HB dan 369,67 HB, mengalami kenaikan sebesar 103,45%, 130,64% dan 155,53% dari *raw material*. Kekuatan tarik pada temperatur 825°C, 870°C dan 910°C dengan kekuatan tarik rata – rata 519,17 N/mm², 527,99 N/mm² dan 756,69 N/mm² mengalami kenaikan sebesar 1,45%, 3,17% dan 47,86% dari *raw material*.

Kata kunci : Pengaruh Temperatur Carburizing Terhadap Sifat Mekanis

PENDAHULUAN

Gear salah satu komponen sepeda motor yang mungkin sering terlewatkan oleh para bikers padahal fungsi dari gear ini meliputi sebagai penggerak roda, sebagai pentransfer putaran mesin ke roda sepeda

motor, mengatur nafas perpindahan gigi pada motor, meningkatkan atau menurunkan akselerasi sepeda motor, penyeimbang roda belakang sepeda motor sehingga gear sepeda motor ini dituntut agar mempunyai material yang keras dan tahan aus pada mata gear dan

dalam inti harus mempunyai keuletan dan ketangguhan yang baik supaya tidak getas.

Ditengah perkembangan industri logam didaerah tegal sangat banyak konsumen yang mengeluh dengan produknya, salah satunya pada produsen pembuatan roda gigi sepeda motor kurang laku karena bila dipakai tidaklah tahan lama atau mudah aus karena tingkat kekerasan yang sangat rendah, maka dari itu peneliti ingin mengembangkan atau memecahkan masalah tersebut dengan cara melakukan penelitian untuk meningkatkan kekerasan dari suatu material logam dengan cara proses *carburizing* yang bertujuan untuk menambahkan kadar karbon pada material gear yang akan menjadikan material lebih keras dan tahan terhadap keausan, penambahan kadar karbon hanya dipermukaannya saja agar dibagian inti tidak getas. *carburizing* menggunakan media tempurung arang kelapa.

Temperatur pada proses adalah *carburizing raw material*, 825⁰C, 870⁰C dan 910⁰C dengan penahanan waktu (*holding time*) selama 1 jam kemudian dilakukan *quenching* cepat dengan media air tawar.

Temperatur pada proses *tempering* adalah 200⁰C dengan penahanan waktu (*holding time*) selama 20 menit kemudian dilakukan pendinginan media udara terbuka.

Pengujian material pada penelitian ini yang akan dilakukan antara lain : pengujian komposisi, pengujian struktur mikro, pengujian kekerasan dan pengujian tarik.

Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh temperatur *carburizing* pada proses *pack carburizing* terhadap struktur mikro baja karbon rendah ?
2. Berapakah suhu optimal temperatur *carburizing* pada proses *pack carburizing* untuk meningkatkan nilai kekerasan baja karbon rendah ?
3. Berapakah suhu optimal temperatur *carburizing* pada proses *pack carburizing* untuk meningkatkan kekuatan tarik baja karbon rendah ?

LANDASAN TEORI

Carburizing

Carburizing adalah proses perlakuan panas pada permukaan benda kerja dengan memanfaatkan karbon sebagai unsur pengerasan. Prinsip kerja perlakuan panas jenis ini adalah meletakkan karbon disekitar benda kerja pada saat dipanaskan, sehingga karbon akan berdifusi dengan permukaan benda kerja. Hasil yang diperoleh adalah benda kerja dengan permukaan yang keras akan tetapi bagian inti tetap ulet. Bahan yang biasanya digunakan untuk benda – benda yang mendapat perlakuan carburizing adalah baja dengan kadar 2%. Setelah mengalami proses *carburizing* benda tersebut dapat memiliki kadar karbon mencapai 9%. Pada proses pengkarbonan benda kerja harus dibersihkan terlebih dahulu kemudian bagian benda yang tidak ingin dikeraskan ditutup dengan lapisan tembaga atau pelapis lainnya. Benda kerja yang akan dikarburisasi ditempatkan dalam kotak yang berisi media penambah unsur karbon atau media karburasi. Dipanaskan pada suhu *austenisasi* (800⁰C – 950⁰C). Akibat pemansan ini, media karburasi akan teroksidasi menghasilkan gas CO₂ dan CO. Gas CO akan bereaksi dengan permukaan baja membentuk atom karbon yang kemudian berdifusi kedalam baja.

Gambar 1. Proses pack carburizing

Tempurung Arang Kelapa

Tempurung arang kelapa memiliki nilai kandungan karbonnya yang tinggi dibandingkan dengan arang kayu dan mudah didapat juga mempunyai harga yang sangat ekonomis. Kadar karbon untuk arang kayu tropis keras. Arang kayu jati memiliki kadar karbon sebesar 69,8 % dan kadar abu sebesar 1,2%. Sedangkan untuk arang tempering kelapa memiliki kadar karbon sebesar 83,0% dan kadar abu sekitar 1,5%. Tempurung kelapa yang dijadikan arang dapat ditingkatkan nilai ekonomisnya dengan menjadikan karbon aktif. Cara membuat karbon aktif dari tempurung kelapa juga relatif lebih mudah.

Temperatur Austenitisasi

Tujuan dari temperatur austenitisasi yaitu untuk mendapatkan martensit yang keras maka pada saat pemanasan harus terjadi struktur austenit yang dapat bertransformasi menjadi martensit. Bila pada saat pemanasan masih terdapat struktur lain setelah di quench atau didinginkan akan diperoleh struktur yang tidak seluruhnya martensit dan bila struktur itu ferrit maka kekerasan yang dihasilkan tidak maksimal.

Untuk baja karbon temperatur austenit biasanya 30 – 50°C diatas temperatur kritis A₃ untuk baja *Hypotectoid* dan 30 – 50°C diatas temperatur kritis A₁ untuk baja *hypereutectoid*.

Pengujian Komposisi

Pengujian komposisi dilakukan untuk mengetahui unsur komposisi pembentukan dalam suatu bahan beserta jumlahnya yang terdapat di bahan tersebut. Teknik spektrometri atom merupakan teknik yang paling umum dipakai untuk analisis unsur. Teknik ini didasarkan pada emisi dan absorpsi dari uap atom. Komponen kunci pada metode spektrometri atom adalah sistem (alat) yang dipakai untuk menghasilkan uapatom dalam sampel. Salah satu metode pengujian komposisi yang banyak digunakan adalah Spektrofotometri Serapan Atom atau *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS).

Pengujian Struktur Mikro

Pengamatan struktur mikro adalah suatu pengujian untuk mengetahui susunan fasa pada suatu benda uji atau spesimen. Struktur mikro dan sifat paduannya dapat diamati dengan berbagai cara tergantung pada sifat informasi yang dibutuhkan. Salah satu cara dalam mengamati struktur suatu bahan yaitu dengan teknik metalografi bahan (pengujian mikroskopik).

Kekerasan Brinell

Kekerasan Brinell berupa pembentukan lekukan pada permukaan logam dengan memakai bola baja berdiameter 10 mm dan diberi beban 3000 kg.

$$BHN = \frac{P}{\left(\frac{\pi D}{2}\right) (D - \sqrt{D^2 - d^2})} = \frac{P}{\pi D t} \dots (\text{pers 1})$$

dimana : P = beban yang diterapkan,
 D = diameter bola, mm
 d = diameter lekukan, mm
 t = kedalaman jejak, mm

Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik atau kekuatan tarik maksimum (*ultimate tensile strength*) (UTS), adalah beban maksimum dibagi luas penampang lintang awal benda uji, persamaannya adalah :

$$\sigma_u = \frac{P_{maks}}{A_0} \dots (\text{pers 2})$$

Dimana :

σ_u = tegangan tarik maksimum (N/mm²)

P_{maks} = beban maksimum (kN)

A_0 = luas penampang lintang awal (mm²)

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini material yang digunakan adalah baja karbon rendah yang digunakan untuk pembuatan roda gigi sepeda motor di CV. Alimin Putra kemudian membandingkan dengan material roda gigi original buatan PT. Astra Honda Motor. Dimana material baja karbon rendah dilakukan proses *pack carburizing* dengan media tempurung arang kelapa kemudian dipanaskan di dalam dapur pemanas (*furnace*) dengan variasi proses *hardening* pada suhu 825°C, 870°C dan 910°C setelah itu dilakukan penahan waktu selama 1 jam (*holding time*) kemudian didinginkan (*quenching*) secara cepat melalui media air tawar. Kemudian dipanaskan kembali dengan proses *tempering* pada suhu 200°C ditahan selama 20 menit (*holding time*) kemudian didinginkan secara lambat melalui udara terbuka yang masing – masing menggunakan 3 spesimen. Selanjutnya proses pengujian struktur mikro, pengujian kekerasan dan pengujian tarik.



Gambar 2. Mesin heat treatment

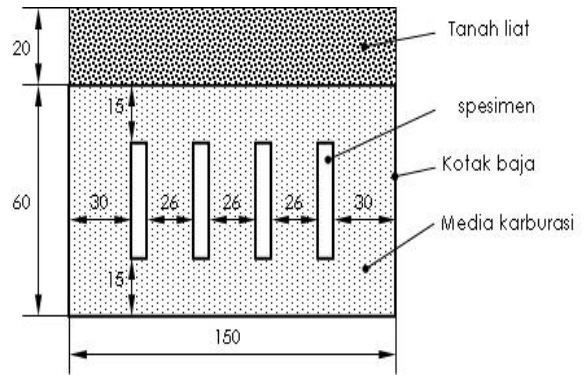
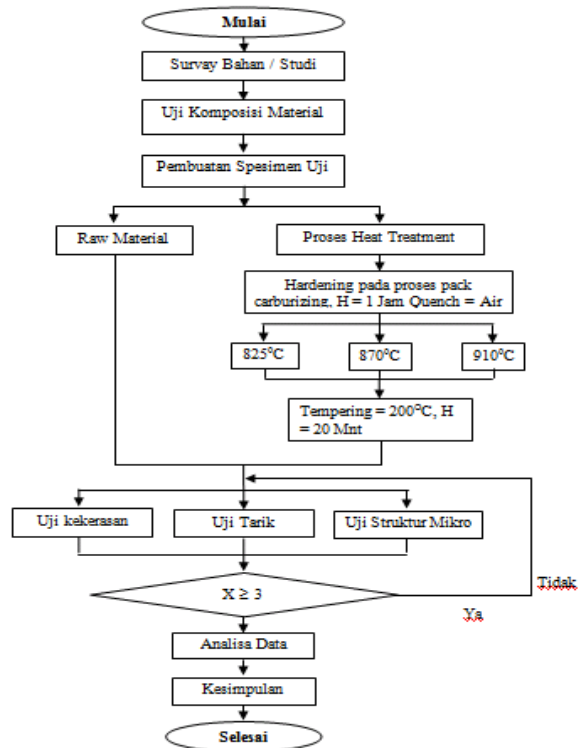


DIAGRAM ALIR PENELITIAN



Gambar 6. Diagram alir penelitian



Gambar 3. Mesin uji foto mikro



Gambar 4. Pack carburizing



Gambar 5. Roda Gigi Buatan Mahasiswa

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil pengujian komposisi baja S 21 C sebelum di carburizing

Unsur	Chemical Composition (%)		
	N1	N2	Test Result
C	0,21	0,21	0,21
Si	0,32	0,32	0,32
Mn	1,06	1,06	1,06
P	0,02	0,02	0,02
S	0,01	0,01	0,01
Cr	0,05	0,02	0,03
Ni	0,01	0,00	0,01
Al	0,03	0,03	0,03
Co	0,01	0,00	0,01
Cu	0,01	0,01	0,01
Ti	0,01	0,00	0,00
W	0,03	0,03	0,03
Pb	0,01	0,01	0,01
Ce	0,01	0,01	0,01
Fe	98,2	98,2	98,2

Sumber : Lab. LIK Tegal

Tabel 2. Hasil pengujian komposisi material baja S 21 C sesudah dilakukan proses pack carburizing.

Unsur	Chemical Composition (%)		
	N1	N2	Test Result
C	0,70	0,67	0,68
Si	0,34	0,33	0,33
Mn	1,05	1,06	1,05
P	0,01	0,01	0,01
S	0,01	0,01	0,01
Cr	0,07	0,01	0,04
Ni	0,01	0,00	0,01
Al	0,03	0,03	0,03
Co	0,01	0,00	0,01
Cu	0,01	0,01	0,01
Ti	0,01	0,00	0,00
W	0,03	0,03	0,03
Pb	0,01	0,01	0,01
Ce	0,01	0,01	0,01
Fe	97,7	97,8	97,7

Sumber : Lab. LIK Tegal

Tabel 3. Data hasil pengujian kekerasan brinell Baja S 21 C

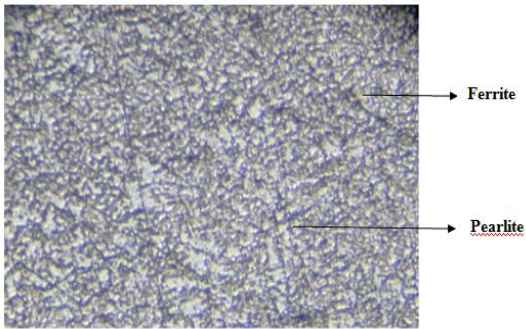
No	Daerah Uji	Spesimen	D (mm)	d (mm)	F (N)	Nilai Kekerasan Brinell $HB = \frac{F}{\left(\frac{\pi D}{2}\right) \left(D - \sqrt{D^2 - d^2}\right)}$
1	Titik 1	Gear Original	2,5	0,894	1840	289
	Titik 2		2,5	0,883	1840	297
	Titik 3	GL 200 CC	2,5	0,875	1840	301
Nilai Rata - Rata						295,67
2	Titik 1	Raw Material	2,5	1,2555	1840	142
	Titik 2		2,5	1,2410	1840	145
	Titik 3		2,5	1,2332	1840	147
Nilai Rata - Rata						144,67
3	Titik 1	Suhu 825°C	2,5	0,9002	1840	285
	Titik 2		2,5	0,8826	1840	297
	Titik 3		2,5	0,8769	1840	301
Nilai Rata - Rata						294,33
4	Titik 1	Suhu 870°C	2,5	0,8291	1840	338
	Titik 2		2,5	0,7811	1840	382
	Titik 3		2,5	0,9067	1840	281
Nilai Rata - Rata						333,67
5	Titik 1	Suhu 910°C	2,5	0,8539	1840	318
	Titik 2		2,5	0,7556	1840	409
	Titik 3		2,5	0,7811	1840	382
Nilai Rata - Rata						369,67

Sumber : Lab. LIK Tegal

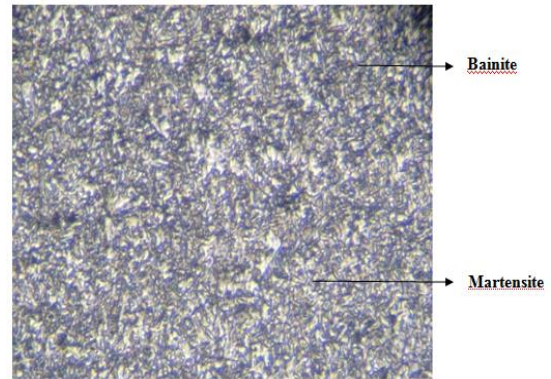
Tabel 4. Data hasil pengujian tarik baja S 21 C

Variasi suhu Carburizing	T (mm)	L (mm)	lo (mm)	A ₀ (mm ²) A ₀ = T x L (mm ²)	P _{0,2%} (kN)	P _{0,2%} (N)	Teg. Tarik (N/mm ²) $\sigma = \frac{P_{max}}{A_n}$
Raw Material	10	20,55	80	205,5	105,59	105590	513,84
	10	20,18	80	201,8	89,22	89220	442,13
	10	20,20	80	202,0	117,01	117010	579,27
Rata - Rata	10	20,31	80	203,1	103,94	311820	511,75
Suhu 825°C	10	19,99	80	199,9	102,38	102380	512,13
	10	20,20	80	202,2	112,22	112220	555,57
	10	19,78	80	197,8	96,89	96890	489,83
Rata - Rata	10	19,99	80	199,97	103,83	103830	519,17
Suhu 870°C	10	20,19	80	201,9	103,55	103550	512,88
	10	20,33	80	203,3	102,21	102210	502,74
	10	20,33	80	203,3	115,55	115550	568,37
Rata - Rata	10	20,28	80	202,8	107,10	107103	527,99
Suhu 910°C	10	20,06	80	200,6	116,93	116930	582,91
	10	20,21	80	202,1	189,08	189080	935,58
	10	20,10	80	201,0	151,07	151070	751,59
Rata - Rata	10	20,12	80	201,23	152,36	152360	756,69

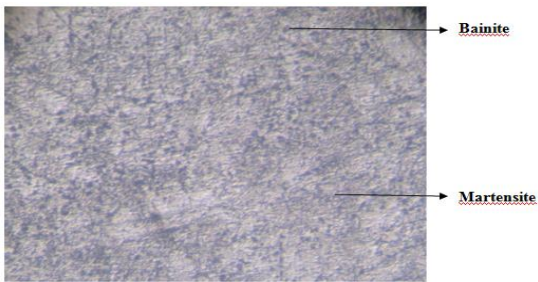
Sumber : Lab. LIK Tegal



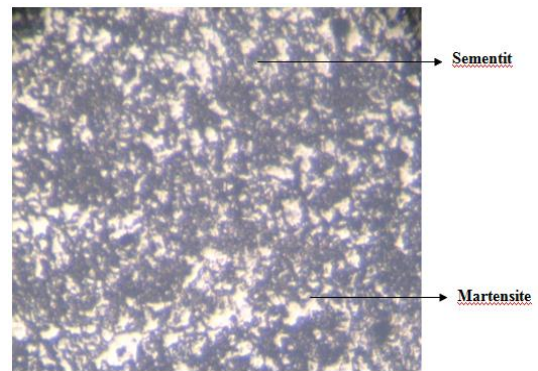
Gambar 7. Struktur mikro raw material
Sumber : Lab. UGM Jogjakarta



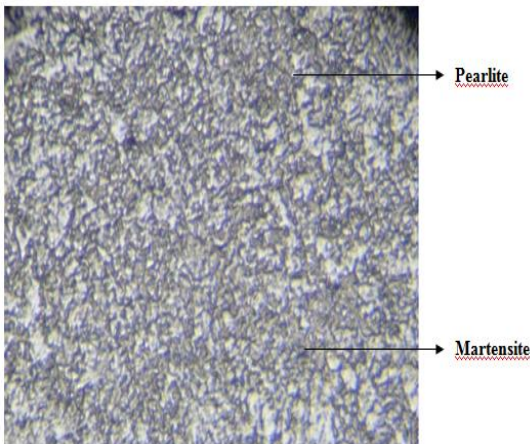
Gambar 10. Struktur mikro temperatur 870°C



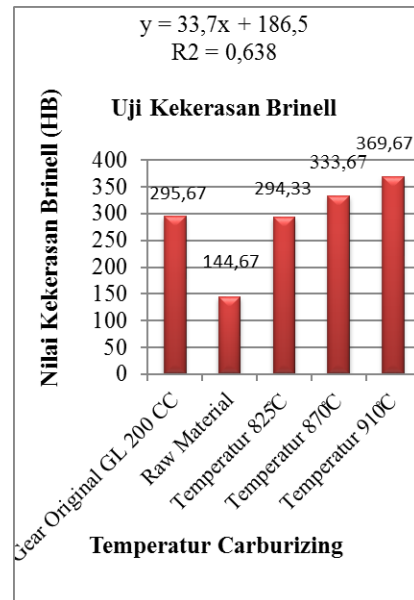
Gambar 8. Struktur mikro roda gigi
Sumber : Lab. UGM Jogjakarta



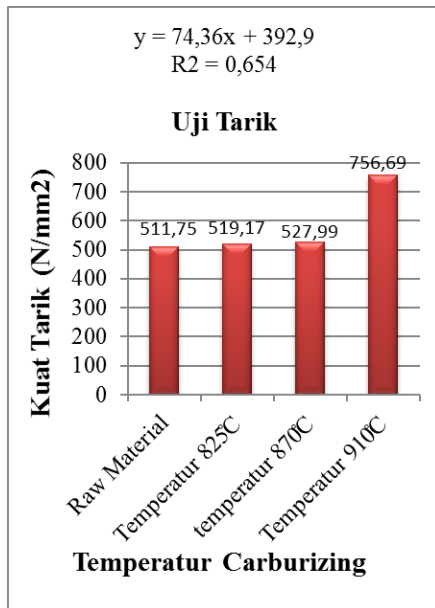
Gambar 11. struktur mikro temperatur 910°C



Gambar 9. Struktur mikro temperatur 825°C



Gambar 12. Grafik hubungan kekerasan brinell dengan variasi temperatur carburizing



Gambar 13. Grafik hubungan kekuatan tarik dengan variasi temperatur carburizing

PEMBAHASAN

Dari hasil data pengujian komposisi material (*spectrometer*) maka material yang dipakai dalam penelitian ini adalah baja karbon rendah S 21 C dengan unsur karbon (C) = 0,21%, Silisium (Si) = 0,32%, Mangan (Mn) = 1,06%, Phosphor (P) = 0,02%, Belerang (S) = 0,01%, Chrome (Cr) = 0,03%, Nikel (Ni) = 0,01%, Aluminium (Al) = 0,03%, Kobalt (Co) = 0,01%, Tembaga (Cu) = 0,01%, Titanium (Ti) = 0,01%, Wolfram (W) = 0,03%, Timbal (Pb) = 0,01%, Serium (Ce) = 0,01%, Besi (Fe) = 98,2%. Setelah melakukan proses *pack carburizing* maka material yang dipakai dalam penelitian ini mengalami perubahan kandungan unsur dari *raw material* dimana unsur karbon (C) = 0,68%, Silisium (Si) = 0,33%, Mangan (Mn) = 1,05%, Phosphor (P) = 0,02%, Belerang (S) = 0,01%, Chrome (Cr) = 0,04%, Nikel (Ni) = 0,01%, Aluminium (Al) = 0,03%, Kobalt (Co) = 0,00%, Tembaga (Cu) = 0,01%, Titanium (Ti) = 0,00%, Wolfram (W) = 0,03%, Timbal (Pb) = 0,01%, Serium (Ce) = 0,01%, Besi (Fe) = 97,7%.

Gear original GL 200 CC mempunyai struktur yang nampak adalah *bainit + martensit*, raw material mempunyai struktur mikro yang nampak adalah *ferrite + pearlite*, temperatur *carburizing* 825°C mempunyai struktur mikro yang nampak adalah *pearlite + martensite*, temperatur *carburizing* 870°C mempunyai struktur mikro yang nampak adalah *bainit + martensit*, temperatur *carburizing* 910°C mempunyai struktur mikro yang nampak adalah *sementit + martensit*.

Kekerasan dengan temperatur *carburizing* 825°C, 870°C dan 910°C, kekerasan rata – rata sebesar 294,33 HB, 333,67 HB dan 369,67 HB, mengalami kenaikan sebesar 103,45%, 130,64% dan 155,53% dari *raw material*.

Kekuatan tarik pada temperatur 825°C, 870°C dan 910°C dengan kekuatan tarik rata – rata 519,17 N/mm², 527,99 N/mm² dan 756,69 N/mm² mengalami kenaikan sebesar 1,45%, 3,17% dan 47,86% dari *raw material*.

KESIMPULAN

1. Gear original GL 200 CC mempunyai struktur yang nampak adalah *bainit + martensit*, raw material mempunyai struktur mikro yang nampak adalah *ferrite + pearlite*, temperatur *carburizing* 825°C mempunyai struktur mikro yang nampak adalah *pearlite + martensite*, temperatur *carburizing* 870°C mempunyai struktur mikro yang nampak adalah *bainit + martensit*, temperatur *carburizing* 910°C mempunyai struktur mikro yang nampak adalah *sementit + martensit*.
2. Suhu optimal temperatur *carburizing* untuk meningkatkan kekerasan baja S 21 C yaitu pada temperatur 910°C dengan rata – rata 369,67 HB yang mengalami kenaikan sebesar 155,53% dari *raw material*.
3. suhu optimal temperatur *carburizing* untuk meningkatkan kekuatan tarik pada baja S 21 C yaitu pada temperatur 910°C

yang mengalami kenaikan sebesar 47,86% dari raw material dengan kekuatan tarik 756,69 N/mm²

DAFTAR PUSTAKA

- Amstead, BH, 1997. *Teknologi Mekanika Jilid 1*, Jakarta : Erlangga.
- B.J.M. Beumer, 1987. *Ilmu Bahan Logam Jilid 1*, Jakarta : Bratara Karya Aksara.
- Djaprie, 1993. *Metalogi Mekanik Jilid 1*, Jakarta : Erlangga.
- Djaprie, 1996. *Metalogi Mekanik Jilid 2*, Jakarta : Erlangga.
- G.L.N. Van Vliet W.Both, 1984. *Teknologi untuk Bangunan Mesin Bahan –Bahan I*, Jakarta : Erlangga.
- Muhammad Iqbal, 2014, *Pengaruh Temperatur Terhadap Sifat Mekanis Pada Proses Pengkarbonan Padat Baja Karbon Rendah*, Jurnal, Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara.
- Nyeyep Sriwardani, 2008. *Process Heat Treatment*, Surakarta : Percetakan UNS
- Sasi Kirono, 2014. *Pengaruh Tempering pada Baja ST 37 yang Mengalami Karburasi Padat Terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro*. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Sumanto, 1994. *Pengetahuan Bahan untuk Mesin dan Listrik*, Yogyakarta : Andi Offset.
- Syamsul Arifin, 1982. *Ilmu Logam Jilid I*, Jakarta : Pradya Paramita.
- Tata Surdia, 1999. *Pengetahuan Bahan Teknik*, Jakarta : Pradya Paramita.