

Katalisator Cangkang Keong Mas Terhadap Sifat Mekanik Baja ST42 Melalui Proses Kaburasi

Abdul Hay^{1)*}, Arief Darmawa¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Mesin, Universitas Hasanuddin
Perintis Kemerdekaan Km.10 Makassar

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan nilai kekerasan pada material (baja st 42) yang dikaburasi dengan menggunakan katalisator cangkang keong mas (10%, 20%, 30%, 40%, 50%). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja karbon rendah (baja st 42). Bahan berbentuk silinder pejal dengan diameter 20 mm dan panjang 10 mm. Proses carburizing menggunakan media arang kayu jati dan cangkang keong mas (kalsium karbonat) dengan presentase campuran yang berbeda-beda yang dipanaskan pada suhu 950 °C dengan waktu penahanan selama 1 jam dengan media pendingin air. Kemudian dilakukan pengujian kekerasan Rockwell B dengan beban 100 kg (981 N), pengujian laju keausan dengan metode menggesekkan benda uji terhadap permukaan amplas. Hasil penelitian menunjukkan nilai kekerasan secara berurutan dari nilai kekerasan yang paling tinggi adalah: material dengan presentase 60% karbon kayu jati dengan 40% serbuk CaCO₃, material dengan presentase 70% karbon kayu jati dengan 30% CaCO₃, material dengan presentase 80% karbon kayu jati dengan 20% CaCO₃, material dengan presentase 90% karbon kayu jati dengan 10%. Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa proses pengerasan dengan presentase 60% karbon kayu jati dan 40% CaCO₃ didapatkan nilai kekerasan yang paling tinggi.

Kata kunci: Baja karbon rendah (st 42), carburizing, katalisator (cangkang keong mas), suhu, kekerasan, laju keausan

Abstract

This study aims to determine the difference of steel ST 42 hardness which is carburized by using a catalyst shell snails (10%, 20%, 30%, 40%, 50%). Specimens are made in form of solid cylindrical shape with a diameter of 20 mm and a length of 10 mm. Carburizing process is undertaken by using teak wood charcoal media and snails shells (calcium carbonate) with a different percentage of mixture heated at a temperature of 950 °C, soaked at the temperature during one hour and then quenched in the water. The hardness of specimens are tested by Rockwell hardness B with load of 100 kg (981 N), meanwhile, the wear rate testing is carried out by moving of specimens against the surface of sandpaper. The results showed a hardness value in a sequence of values hardness from the highest are: a material with a percentage of 60% carbon teak with 40% powder CaCO₃, material with a percentage of 70% carbon teak with 30% CaCO₃, material with a percentage of 80% carbon teak with 20% CaCO₃, material with a percentage of 90% carbon teak with 10%. It can be concluded that the hardening process with a percentage of 60% carbon teak and 40% CaCO₃ obtained the highest hardness value.

Keywords: Low carbon steels (st 42), carburizing, catalyst (shell snails), temperature, hardness, wear rate

1. Pendahuluan

Salah satu proses perlakuan panas logam adalah proses karburasi (carburizing) yang bertujuan meningkatkan kadar karbon pada baja. Proses pengkarbonan dilakukan untuk klasifikasi baja dengan kadar karbon di bawah 0,30 % melalui tahapan pemanasan bahan sampai temperatur 800°C – 950°C dalam lingkungan yang dapat menyerap karbon (zat arang) di mana kekerasan tertinggi pada suhu 950°C [1] kemudian dipertahankan beberapa waktu pada suhu yang sama, di mana pada penelitian yang dilakukan dengan waktu penahanan 15, 30, dan 45 menit di peroleh nilai kekerasan terbesar terjadi pada penahanan waktu 45 menit [2]. Carburizing adalah suatu proses penambahan kadar karbon pada permukaan baja yang dilakukan dengan cara memanaskan (900°C – 950°C) baja dalam

lingkungan yang banyak mengandung unsur karbon aktif [1].

Carburizing atau pengarbonan bertujuan memberikan kandungan karbon yang lebih banyak pada bagian permukaan dibanding dengan bagian inti benda kerja, sehingga kekerasan permukaan lebih meningkat. Proses karbonisasi dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu temperatur, waktu atau lamanya perlakuan serta media karbon yang digunakan. Karburasi (pengarbonan) umumnya diterapkan pada jenis baja yang tidak mudah dikeraskan atau baja yang mengandung karbon (C) kurang dari 0,3% dengan demikian agar baja tersebut dapat dikeraskan permukaannya. Perubahan komposisi baja terjadi dengan jalan melarutkan karbon pada permukaan baja, cara seperti itu dapat meningkatkan komposisi karbon pada baja berkisar antara 0,3 - 0,9% C. Pertambahan karbon ini juga cukup berpengaruh

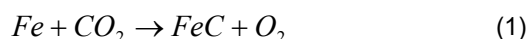
*Korespondensi: Tel./Fax.: -

E-mail: abdulhay_mukh@yahoo.co.id

©Teknik Mesin Universitas hasanudi 2016

terhadap kenaikan kekerasan baja tersebut. Tetapi kenaikan nilai kekerasannya tidak sebanding dengan nilai karbon yang telah terdifusi kedalam spesimen, hal ini disebabkan karena setelah selesai spesimen tidak diberikan pendinginan cepat menjadikan atom-atom yang telah larut terdifusi kedalam austenite membentuk kembali sementite dan ferrite sehingga nilai kekerasan austenite berkurang karena tidak terbentuk struktur martensite yang cukup banyak [3].

Pengarbonan dengan gas dimana unsur karbon didapatkan dari penguraian bahan bakar yang digunakan sebagai pemanas dalam dapur yaitu Hidro Carbon (CH). Proses ini dilakukan dengan cara benda kerja dipanaskan didalam dapur gas sehingga bahan bakar akan terurai menjadi $CH + O_2 + CO + H_2$ dan membentuk gas karbon monoksida (CO_2), jika jumlah O_2 dalam dapur cukup banyak tetapi karena selama pembakaran tidak ada O_2 yang mengalir maka gas tersebut menjadi gas karbon dioksida (CO) sehingga gas ini akan masuk pada permukaan benda dengan reaksi sebagai berikut :

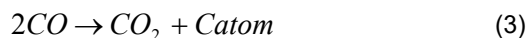


Untuk mendapatkan tebal tipisnya pelapisan karbon pada proses ini adalah tergantung dari lamanya pemanasan dan proses gas carburizing dapat dipercepat dengan menggunakan pemanas induksi. Adapun keuntungan dari proses pengarbonan gas yaitu benda tetap bersih dan tidak terjadi uap yang mengandung racun selama proses berlangsung.

Dalam penelitian ini digunakan karbonisasi dengan perantara zat padat atau pengarbonan bubuk dimana proses pengarbonan pada permukaan benda kerja dengan menggunakan karbon yang didapatkan dari bubuk arang kayu jati. Arang kayu jati sebagai sumber karbon padat pada baja, dirubah terlebih dahulu dalam bentuk butiran. Bentuk butiran akan membantu proses perubahan karbon padat menjadi gas melalui pemanasan. Pemanasan yang dilakukan pada proses ini, menggunakan temperature 950 °C. Gas karbon yang dihasilkan akan berdifusi kedalam struktur baja sehingga kadar karbon meningkat. Pada proses pack carburizing ini oksigen dari udara bereaksi dengan karbon dari medium membentuk CO_2 , CO_2 ini kemudian bereaksi lagi dengan karbon dari medium menurut reaksi:

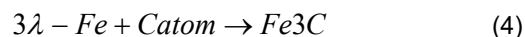


Pada saat suhu proses bertambah tinggi, kesetimbangan reaksi bergeser kesebelah kanan, sehingga kadar gas CO bertambah banyak. Pada permukaan baja, CO mengurai menjadi:



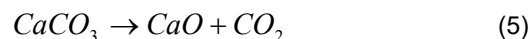
C_{atom} mempunyai keaktifan yang tinggi bereaksi dengan Fe dan mudah berdifusi ke besi

gamma dalam fasa austenite, sehingga terbentuk sementite pada bajadengan reaksi:

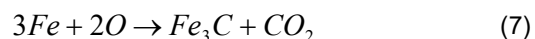


CO_2 yang dihasilkan dari reaksi diatas bereaksi kembali dengan karbon yang terdapat pada medium diikuti kembali dengan penguraian CO pada permukaan logam dan seterusnya, tetapi proses pembentukan gas CO_2 dan CO seperti diuraikan diatas berlangsung sangat lambat. Untuk mengatasi hal tersebut diatas maka pada medium karbon yang berupa arang diberi bahan tambah sebagai katalisator. Katalisator yang dapat digunakan pada proses carburizing bubuk banyak macamnya antara lain; $BaCO_3$, $BaCl$, BaO , CaO , K_2CO_3 , Na_2CO_3 , K_2SO_4 dan $K_4Fe(CN)_6$. bahan tambah yang sering digunakan dalam proses carburizing bubuk adalah $BaCO_3$ dan $K_4Fe(CN)_6$.

Pada suhu yang tinggi katalis berfungsi untuk membentuk dan mempercepat pembentukan gas CO seperti berikut :

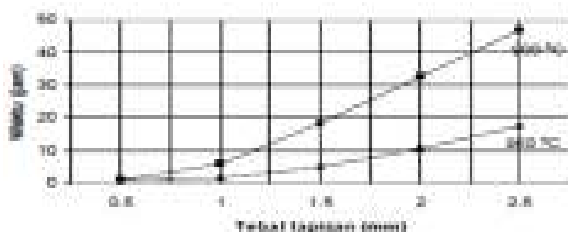


Gas CO yang terjadi kemudian larut kedalam fasa austenite atau bereaksi dengan Fe sebagai berikut:



Gas CO_2 yang terbentuk dari reaksi diatas kemudian bereaksi dengan CaO dan membentuk $CaCO_3$, dengan demikian $CaCO_3$ senantiasa ada selama proses sehingga reaksi-reaksi dapat berjalan terus. Semakin banyak kandungan karbon dipermukaan, atom karbon mulai berpindah menuju inti melalui mekanisme difusi. Penetrasi karbon kedalam baja tergantung pada temperatur, waktu penahanan (holding time), dan bahan pengarbonan.

Proses pengarbonan dengan media padat (bubuk) dilakukan dengan cara baja dimasukkan spesimen kedalam suatu wadah atau kotak yang didalamnya terdapat bubuk arang yang mengandung unsur karbon dengan jarak antar benda kerja 30 mm dan ditutup rapat yang tutupnya diperkuat dengan campuran semen api dengan tetes tebu, sehingga selama proses tidak terjadi pemasukan udara kedalam kotak. Kemudian dipanaskan pada temperature 900 °C – 950 °C. Proses carburizing ini berdasarkan kenyataan bahwa karbon akan masuk semakin banyak kedalam besi padat dalam bentuk kristal FCC (face centered cubic), karbon mengurai dalam besi karena atom karbon cukup kecil untuk biasa masuk diantara atom besi yang lebih besar. Karbon memiliki kisi kristal berbentuk heksagonal dan karena kecilnya dapat menempati ruangan dipusat antara atom-atom besi gamma tersebut dalam kisi kristal FCC.



Gambar 1. Hubungan lama waktu pemanasan dengan tebal lapisan karbon

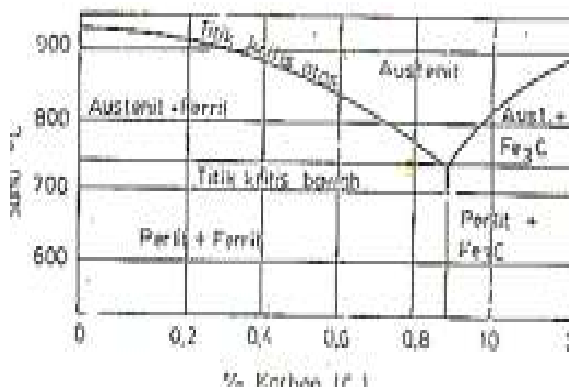
Dari gambar. 1 diatas dapat diketahui untuk membuat lapisan karbonasi setebal 2,5 mm dari tepi menuju kedalam dengan suhu 950 0C dibutuhkan waktu sekitar 15 - 20 jam, jika dengan suhu 900 0C untuk tebal lapisan karbonasi 2,5 mm dibutuhkan waktu sekitar 45 jam. Sedangkan tebal lapisan karbonasi yang sering dibuat oleh dunia industri adalah sekitar 1,0 mm . Jika dilihat pada garis dalam grafik diatas maka untuk mendapatkan ketebalan lapisan karbonasi 1,0 mm dengan suhu 950 0C dibutuhkan waktu sekitar 3-6 jam. Oleh karena itu dalam penelitian ini peneliti menggunakan suhu 950 0C dengan holding time 1 jam untuk proses karbonasi, dengan asumsi pada suhu 950 0C dan holding time 1 jam tersebut proses penyusupan karbon telah berlangsung sehingga kandungan karbon dalam specimen bisa lebih meningkat sesuai keinginan.

Untuk dapat mengetahui daerah titik kritis atas, titik kritis bawah dan suhu pemanasan sebagai petunjuk dalam melakukan proses pengerasan baja, digunakan suatu diagram yang disebut diagram kesetimbangan (equilibrium), seperti ditunjukkan pada gambar 1.

Difusi karbon terjadi karena atom bergerak ke dalam material secara penyisipan (interstisi) di batas butir. Laju difusi tergantung pada jenis atom yang berdifusi, jenis atom tempat difusi berlangsung dan ditentukan oleh koefisien difusi. Dan koefisien difusi tergantung pada temperatur, makin tinggi temperatur makin besar pula difusi yang berlangsung. Jarak tempuh difusi akan tergantung pada lamanya waktu yang tersedia untuk berlangsungnya difusi. Pada daerah suhu austenit atom – atom besi menyusun diri menjadi bentuk kristal FCC. Dan struktur kristal FCC ini mempunyai bentuk kristal FCC. Dan struktur kristal FCC ini mempunyai kemampuan melarutkan karbon yang lebih besar dari pada logam dengan struktur kristal BCC karena kecuali struktur kristal FCC mempunyai kerapatan atom lebih besar dari pada BCC, juga karena pengaruh temperatur. Bila suhu atau temperatur naik, atom-atom bergerak dengan energi yang lebih besar sehingga atom mampu untuk pindah dari tempatnya.

Katalisator (Energizer) biasa ditambahkan ke dalam media Carburizing untuk mempercepat proses pack Carburizing. Energizer pada proses

ini umumnya adalah Barium karbonat ($BaCO_3$) tetapi karena penggunaannya yang tidak ramah lingkungan dalam hal pembuangan limbahnya [4]. Sehingga banyak peneliti yang mencoba mengganti $BaCO_3$ dengan $CaCO_3$, misalnya pemakaian serbuk batu kapur dan batu marmar, Pemanfaatan limbah cangkang telur ayam dan Pemanfaatan cangkang kerang darah dan kerang simping.



Gambar.2. Diagram fasa (Fe-C)

2. Metode Penelitian

2.1. Pembuatan spesimen

Spesimen baja St 42 yang berbentuk silinder pejal dipotong dengan spesifikasi spesimen yang telah ditentukan dengan mesin bubut. Jumlah spesimen yang dibuat adalah 7 spesimen. Spesimen yang telah dipotong kemudian dihaluskan dengan amplas.

2.2. Proses karburasi

Proses pengarbonan dilakukan dengan menggunakan media bubuk arang jati dan katalisator cangkang keong mas yang ditumbuk dan diayak. Tahapan proses karburasi:

1. Mencampur bubuk Karbon (arang kayu jati) 90% dengan bubuk Cangkang Keong mas ($CaCO_3$) 10 % dari komposisi 100 gr kemudian dicampur sampai rata.
2. Benda uji (St 42) diletakan kedalam kotak sementasi ditimbun dengan Carbon (arang kayu jati) dan bubuk cangkang keong mas ($CaCO_3$) tadi hingga menutupi permukaan seluruhnya supaya didalam terjadi proses karburasi dan kedua bubuk tersebut benar-benar menyatu pada permukaan benda uji.
3. Masukkan kotak karburasi kedalam tungku pemanas, dan tungku ditutup, nyalakan tungku pemanas lihat temperatur awal oven 27 0C. Tunggu sampai temperatur akhir pemanasan 950 0C, dengan penahanan waktu pemanasan 1 jam.

4. Matikan oven pemanas lalu buka oven pemanas keluarkan kotak sementasi dari dalam oven pemanas dengan menggunakan penjepit.
5. Angkat benda uji (St 42) dari dalam kotak sementasi dengan menggunakan penjepit dan dimasukkan kedalam media pendingin berupa air, biarkan hingga dingin.
6. Angkat benda uji (St 42) dari dalam media pendingin tersebut, lalu lap dengan kain halus sampai kering, lalu ampelas salah satu sisi hingga bersih (mengkilap) untuk proses pengujian kekerasan.
7. Untuk komposisi serbuk kalsium karbonat 20 %, 30 %, 40 %, dan 50 % (cangkang keong mas) gunakan langkah-langkah proses karburising dari poin 1-6.
8. Setelah proses karburising semua benda uji (St 42) diambil nilai kekerasannya pada proses pengujian kekerasan menggunakan mesin uji kekerasan (Hardness Testing Machine).

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian kekerasan dilakukan dengan metode Rockwell B pada beban 981 N (100 kg) dengan menggunakan indenter bola baja yang berdiameter 1/16 inci. Tiap material uji dilakukan 5 kali pengujian yaitu dari titik kiri material dengan jarak antar titik kira-kira 3 mm sampai ke titik kanan material. Data-data hasil pengujian Rockwell B dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data rata – rata kekerasan material

Jenis Material	Kekerasan tiap titik					rata - rata HRB
	1	2	3	4	5	
A	74.3	70.2	70.6	70.4	73.6	71.82
B	100.3	99	98.5	99.3	96.3	98,68
C	94.4	103.3	105.1	106.4	107.4	102.92
D	107.5	111.4	112.2	110.2	111.8	110.62
E	118.2	120.1	118.5	117.7	120.8	119.6
F	127.3	126.2	128.4	125.6	126.4	126.78
G	92.4	93.3	93.8	95.3	97.7	94.1

Keterangan:

Material A: material tanpa perlakuan

Material B: 0% arang dan 0% cangkang

Material C: 90 % arang dengan 10 % cangkang

Material D: 80 % arang dengan 20% cangkang

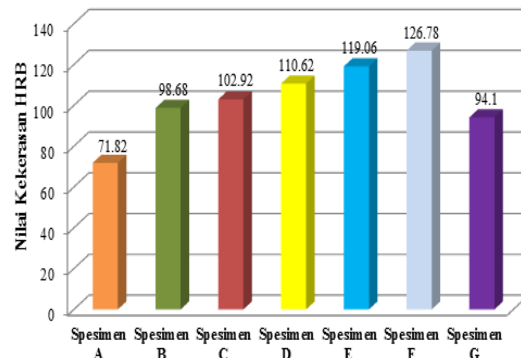
Material E: 70 % arang dengan 30 % cangkang

Material F: 60 % arang dengan 40 % cangkang

Material G: 50 % arang dengan 50 % cangkang

Dari gambar. 3 dapat diketahui material tanpa perlakuan memiliki nilai kekerasan dengan rata-rata sebesar 71,82 HRB. Pada material karburasi (B) memiliki nilai kekerasan rata-rata sebesar 98,68 HRB atau meningkat 37,39%. Pada material karburasi dengan presentase 90 % arang dengan 10 % cangkang memiliki nilai kekerasan rata-rata

sebesar 102,92 HRB atau meningkat 43,30% terhadap material tanpa perlakuan. Atau mengalami peningkatan kekerasan sebesar 4,29% dari spesimen B.



Gambar 3. Grafik Nilai kekerasan spesimen

Pada material karburasi dengan presentase 80 % arang dengan 20 % cangkang memiliki nilai kekerasan rata-rata sebesar 110,62 HRB atau meningkat 54% terhadap material tanpa perlakuan. Atau mengalami peningkatan kekerasan sebesar 7,48 % dari spesimen C, dan mengalami peningkatan kekerasan sebesar 12 % dari spesimen B. Pada material karburasi dengan presentase 70 % arang dengan 30 % cangkang memiliki nilai kekerasan rata-rata sebesar 119,06 HRB atau meningkat 65% terhadap material tanpa perlakuan. Atau mengalami peningkatan kekerasan sebesar 7,62 % dari spesimen D, juga mengalami peningkatan kekerasan sebesar 15,68 % dari spesimen C. Dan mengalami peningkatan kekerasan sebesar 20,65 % dari spesimen B

Pada material karburasi dengan presentase 60 % arang dengan 40 % cangkang memiliki nilai kekerasan rata-rata sebesar 126,78 HRB atau meningkat 76,52% terhadap material tanpa perlakuan. Atau mengalami peningkatan kekerasan sebesar 6,48 % dari spesimen E, juga mengalami peningkatan kekerasan sebesar 14,60 % dari spesimen D, dan mengalami peningkatan kekerasan sebesar 23,18 % dari spesimen C, dan juga mengalami peningkatan kekerasan sebesar 28,47 % dari spesimen B. Pada material karburasi dengan presentase 50 % arang dengan 50 % cangkang memiliki nilai kekerasan rata-rata sebesar 94,1 HRB atau meningkat 31,02% dari material tanpa perlakuan. Namun pada material ini (spesimen G) sudah mengalami penurunan kekerasan dari material karburasi dengan presentase 60 % arang dengan 40 % cangkang (spesimen F) yaitu sebesar 34,72 %.

Nilai kekerasan secara berurutan dari nilai kekerasan yang paling tinggi adalah material F dengan nilai kekerasan sebesar 126,78 HRB, material E dengan nilai kekerasan 119,06 HRB, material D dengan nilai kekerasan 110,62 HRB, material C dengan nilai kekerasan 102,92

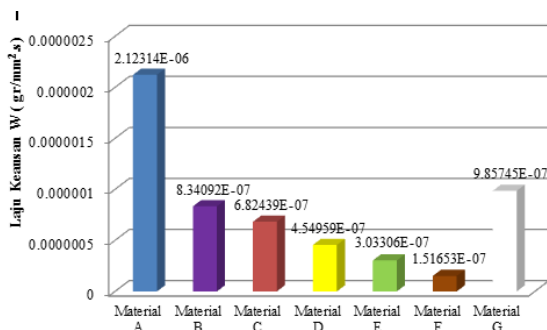
HRB, Material B dengan nilai kekerasan 98,68 HRB, material G dengan nilai kekerasan 94,1 HRB, dan material A dengan nilai kekerasan yang paling rendah sebesar 71,82 HRB.

Uji laju keausan

Pengujian laju keausan dilakukan dengan metode menggesekkan benda uji terhadap permukaan amplas. Dalam pengujian keausan ini menggunakan amplas 180, beban 970 gram, waktu 420 detik. Data-data hasil pengujian laju keausan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Data pengujian laju keausan

Jenis material	Waktu (t) detik	Luas (A) mm ²	berat awal (W ₀) gram	berat akhir (W ₁) gram	Laju keausan (W) gr/mm ² .detik
A	420	314	24.76	24.48	0.00000212
B	420	314	24.74	24.63	0.00000843
C	420	314	24.79	24.70	0.00000682
D	420	314	24.75	24.69	0.00000454
E	420	314	24.68	24.64	0.00000303
F	420	314	24.72	24.70	0.00000151
G	420	314	24.75	24.62	0.00000985



Gambar 4. Grafik Nilai laju keausan spesimen

Dari gambar 4 dapat diketahui material tanpa perlakuan (material A) memiliki nilai laju keausan yang paling besar yaitu 0.00000212 gram/mm².detik, material G dengan nilai laju keausan sebesar 0.00000985 gram/mm².detik, material B dengan nilai laju keausan sebesar 0.00000834 gram/mm².detik, material C dengan nilai laju keausan sebesar 0.00000682 gram/mm².detik, material D dengan nilai laju keausan sebesar 0.00000454 gram/mm².detik, material E dengan nilai laju keausan sebesar 0.00000303 gram/mm².detik, dan material F memiliki nilai laju keausan yang paling rendah yaitu sebesar 0.00000151 gram/mm².detik.

4. Simpulan

1. Pengaruh penambahan serbuk cangkang keong mas mempengaruhi nilai kekerasan pada baja St 42, dimana nilai kekerasan tertinggi diperoleh 126,78 HRB (Material F, 40 % Cangkang keong mas) dan nilai kekerasan

terendah diperoleh nilai sebesar 102,92 HRB (Material C, 10 % Cangkang keong mas).

2. Nilai kekerasan St 42 sebelum di karburasi yaitu 71,82 HRB, setelah karburasi nilai kekerasannya meningkat yaitu 37,39 %, pada material yang dicampur dengan 10 % berat cangkang keong mas (CaCO₃) terjadi kenaikan kekerasan sebesar 40,3 %, Penambahan serbuk 20 % berat cangkang keong mas kenaikan kekerasan sebesar 54 %, penambahan serbuk 30 % berat cangkang keong mas kenaikan kekerasan sebesar 65,7 % dan kekerasan tertinggi pada penambahan serbuk 40 % berat cangkang keong mas dengan kenaikan kekerasan sebesar 76,52 %. Tetapi pada penambahan serbuk 50 % berat cangkang keong mas nilai kekerasannya menurun sebesar 18,32 % dari material 40 % cangkang keong mas.
3. Peningkatan nilai kekerasan material akan mengakibatkan penurunan laju keausan.

Daftar Pustaka

- [1] M. Iqbal, *Pengaruh Temperatur Terhadap Sifat Mekanis pada Proses Pengarbonan Padat Baja Karbon Rendah*. Jurnal SMARTek, Teknik Mesin, Universitas Tadulako, Palu. Vol. 6, No. 2, 104 – 112 2008.
- [2] Nevada J.M. Nanulaitta dan Alexander. A. Patty, *Analisa Nilai Kekerasan Baja Karbon Rendah (S35C) dengan Pengaruh Waktu Penahanan (Holding Time) Melalui Proses Pengarbonan Padat (Pack Carburizing) dengan Pemanfaatan Cangkang Kerang sebagai Katalisator*. Jurnal TEKNOLOGI, Jurusan Mesin, Politeknik Negeri, Ambon, Volume 8 Nomor 2, 927 – 935, 2011.
- [3] Ibnu Karuniawan P, *Perbedaan Nilai Kekerasan pada Proses Double Hardening dengan Media Pendingin Air dan Oli SAE 20 pada Baja Karbon Rendah*. Skripsi. Teknik Mesin, Universitas Negeri, Semarang, 2007.
- [4] Sujien, *Pengaruh Ukuran Butir Katalisator Cangkang Kerang Darah (CaCo₃) pada Proses Karburasi Padat Terhadap Kekerasan dan Laju Keausan Baja ST 37*. Skripsi, Teknik Mesin, Universitas Hasanuddin, Makassar, 2014.