

**ANALISA NILAI KEKERASAN BAJA KARBON RENDAH (S35C)
DENGAN PENGARUH WAKTU PENAHANAN (HOLDING TIME)
MELALUI PROSES PENGARBOAN PADAT (PACK CARBURIZING)
DENGAN PEMANFAATAN CANGKANG KERANG
SEBAGAI KATALISATOR**

**Nevada J. M. Nanulaitta^{*)},
Alexander. A. Patty^{**)}**

Abstrak

S35C steel, which is steel with carbon content of 0.30 to 0.35% carbon, including in the category of steel with low carbon content. In raising the value of mechanical steel (hardness), could be solved with malakukan heat treatment process in this case solid carburizing method (pack carburizing), This is done in this study. The results obtained after the research process using a mixture ratio of 60% carbon (wood charcoal nani) and 40% catalyst used in this case Clamshell (CaCO₃) from 1 kg of carburizing medium, with a hold time 15 minutes, 30 minutes and 45 minutes. Where increasing the value of hardness to 15 minutes of 6.6 HRC, 30 minutes 14.33 45 minutes 28.62 HRC and HRC. Detention time of 45 minutes has increased hardness value is high enough, this proves that the longer the detention time would increase the value of local media violence and the use of shells as a catalyst in a solid carburizing process.

Keyword : Hardness number, pack carburizing, Clamshell.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dewasa ini, sangat mempengaruhi kehidupan manusia yang merasakan secara langsung dampak pengembangannya di berbagai bidang. Apabila di perhatikan secara baik, segala kebutuhan manusia tidak terlepas dari unsur logam, sebagai salah satu bahan dasar yang dapat dirangkaikan menjadi sebuah produk jadi, melalui proses kerja yang berlangsung secara kontinyu. Pada pusat-pusat industri seperti otomotif sampai industri tradisional yang terdapat di daerah-daerah, juga menggunakan peralatan yang terbuat dari logam. Oleh sebab itu, timbul kreasi dan inovasi dari manusia sebagai pelaku industri untuk dapat memperbaiki sifat-sifat fisik dan mekanik dari logam tersebut. Proses perlakuan panas pada logam sangatlah bermanfaat untuk mendapatkan logam yang berkualitas dan memiliki sifat-sifat fisik meliputi konduktivitas listrik, struktur mikro, densitas dan sifat mekanik yang lebih baik terutama dalam hal kekerasan, kekenyalan dan pengerjaan dari sifat asal.

Produksi logam sebagian besar adalah baja. Baja adalah logam besi yang banyak digunakan baik dalam dunia industri-industri, kebutuhan rumah tangga (seperti parang, linggis, pisau dan lainnya) atau bidang kerja lain. Dalam bidang

perbengkelan sebagian besar peralatannya terbuat dari baja misalnya mata pahat bubut, bor dan lainnya yang dalam penggunaan sehari-hari juga dapat mengalami penumpukan (keausan) atau kerusakan akibat bersentuhan dengan benda keras. Untuk mendapatkan baja dengan nilai kekerasan tertentu agaklah sulit, walaupun ada harganya cukup mahal. Oleh karena itu perlu adanya terobosan untuk mencari alternatif lain untuk mengubah nilai kekerasan baja yang tersedia khususnya baja karbon rendah. Untuk mengubah nilai kekerasan dari baja karbon rendah diperlukan beberapa proses pengerjaan logam salah satu diantaranya melalui proses penambahan karbon dari baja tersebut atau yang sering disebut karburising. Baja dengan kadar karbon rendah (dibawah 0,3%C), dapat dikarbonkan, khusus untuk baja S-35C dengan 0,20% s/d 0,35% C yang memiliki sifat kurang baik untuk disepuh namun dapat disementir.

Salah satu proses perlakuan panas logam adalah proses karburasi (carburizing) yang bertujuan meningkatkan ketahanan aus dan ketahanan terhadap pembebanan yang tiba-tiba dan karakteristik fatiq dengan cara menambah kekerasan permukaan logam. Biasanya untuk proses karburising digunakan karbon (arang kayu nani) di campur dengan barium karbonat sebagai media pengarbonan padat melalui

^{*)} Nevada Nanulaitta: Dosen Jurusan Mesin Politeknik Negeri Ambon

^{**)} Alexander Patty; Dosen Jurusan Mesin Politeknik Negeri Ambon

proses pemanasan. Tetapi dengan pemanfaatan sumber daya alam local, Barium Carbonat (BaCO_3) dapat diganti dengan Cangkang Kerang dengan kadar kalsium karbonat (CaCO_3) dengan presentasi $\pm 45\%$. Dengan demikian maksud dari proses karburising ini agar baja karbon rendah tersebut mampu menyerap karbon (pengarbonan) pada lingkungan yang mampu menyerahkan karbon padanya supaya dapat meningkatkan nilai kekerasan (sifat-sifat mekanis) dari baja tersebut.

Pada proses perlakuan panas ini material yang dipergunakan plat baja S-35C, dengan bahan yang dipakai berupa bubuk Carbon dengan komposisi 60% dan Cangkang Kerang (CaCO_3) 40% sebagai energizer yang mempercepat proses karburasi dengan waktu penahanan adalah 15 menit, 30 menit, dan 45 menit dengan media pendingin berupa oli SAE 20-50.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Baja adalah paduan yang terdiri dari unsur utama besi (Fe) dan karbon (C), serta unsur-unsur lain seperti mangan (Mn), silikon (Si), dan nikel (Ni), vanadium (V), molybdenum (Mo) dan lain sebagainya dalam presentasi yang kecil. Berdasarkan kandungan karbon, maka baja dibedakan menjadi (Beumer, B.J.M., 1994., Ilmu Bahan Logam., hal 20):

1. Baja Karbon rendah (0,05% - 0,35% C)
2. Baja Karbon Menengah (0,35% - 0,50% C)
3. Baja Karbon Tinggi (0,50% - 1,7% C)

Kadar karbon mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap mutu baja. Baja dengan kadar karbon 0,1 – 0,35% tidak dapat dikeraskan (dipijarkan dan didinginkan tiba-tiba). Baja dengan kadar karbon rendah mempunyai nilai kekerasan yang rendah pula. Makin rendah kadar karbonnya maka baja tersebut makin lunak dan mudah ditempa, sebaliknya makin tinggi kadar karbonnya maka makin besar pula nilai kekerasannya.

Sifat mekanis baja juga dipengaruhi oleh cara mengadakan ikatan karbon dengan besi. Menurut Schonmetz (1985) terdapat 3 bentuk utama kristal saat karbon mengadakan ikatan dengan besi, yaitu :

1. Ferit, yaitu besi murni (Fe) terletak rapat saling berdekatan tidak teratur, baik bentuk maupun besarnya. Ferit merupakan bagian baja yang paling lunak, ferrit murni tidak

akan cocok digunakan sebagai bahan untuk benda kerja yang menahan beban karena kekuatannya kecil.

2. Karbid besi (Fe_3C), suatu senyawa kimia antara besi dengan karbon sebagai struktur tersendiri yang dinamakan sementit. Peningkatan kandungan karbon akan menambah kadar sementit. Sementit dalam baja merupakan unsur yang paling keras.
3. Perlit, merupakan campuran antara ferrit dan sementit dengan kandungan karbon sebesar 0,8%. Struktur perlit mempunyai kristal ferrit tersendiri dari serpihan sementit halus yang saling berdampingan dalam lapisan tipis mirip lamel.

Perlakuan panas adalah suatu perlakuan yang diberikan pada suatu bahan dengan tujuan agar diperoleh sifat-sifat yang diinginkan (Schonmetz., A., dan Gruber, K, 1990, Pengetahuan Bahan dalam Pengerjaan Logam, hal : 38) Perubahan sifat yang dihasilkan merupakan akibat dari perubahan struktur mikro yang terjadi sesuai dengan kecepatan laju pendinginan. Proses perlakuan yang diterapkan pada sebuah logam meliputi pemanasan sampai temperature tertentu (Fasa austenisasi), kemudian diberikan penahan waktu (holding time) beberapa saat proses pendinginan langsung. Melalui perlakuan panas, struktur baja dapat berubah. Perubahan ini juga yang akan mempengaruhi perubahan nilai kekerasan pada baja.

Pengerasan permukaan disebut juga *case hardening*, dapat juga dikatakan sebagai suatu proses laku panas yang diterapkan pada suatu logam agar memperoleh sifat-sifat tertentu. Dalam hal ini hanya pengerasan permukaannya saja. Dengan demikian lapisan permukaan mempunyai kekerasan yang tinggi, sedangkan bagian yang dalam tetap seperti semula, yaitu dengan kekerasan rendah tetapi keuletan atau ketangguhannya tinggi.

Karena banyaknya cara proses pengerasan permukaan diantaranya adalah :

- *Carburizing* (karburasi menggunakan media padat, cair, atau gas)
- *Nitriding*
- Dan lain-lain.

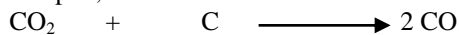
Penambahan karbon yang disebut carburizing atau karburasi, dilakukan dengan cara memanaskan pada temperatur yang cukup tinggi yaitu pada temperatur austenit dalam lingkungan yang mengandung atom karbon

aktif, sehingga atom karbon aktif tersebut akan berdifusi masuk ke dalam permukaan baja dan mencapai kedalaman tertentu.

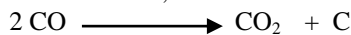
Ada 3 cara dalam penambahan karbon atau karburasi (*carburizing*), yaitu :

1. Menggunakan medium padat atau Pack Carburizing

Benda kerja dimasukkan ke dalam kotak yang berisi bubuk karbon dan ditutup rapat kemudian dipanaskan pada temperatur austenit, yaitu antara 825⁰ C - 925⁰ C selama waktu tertentu. Bahan carburizing terdiri dari bubuk karbon aktif 60 %, ditambah BaCO₃ (*Barium Carbonat*) atau NaCO₃ (*Natrium Carbonat*) sebanyak 40 % sebagai energizer atau activator yang mempercepat proses karburisasi. Namun biasanya BaCO₃ yang dipakai karena lebih mudah terurai dari pada NaCO₃. Sebenarnya tanpa energizerpun dapat terjadi proses carburizing karena temperatur sangat tinggi, maka karbon teroksidasi oleh oksigen yang terperangkap dalam kotak menjadi CO₂, reaksi dengan karbon bereaksi terus hingga didapat ;



Dengan temperatur yang semakin tinggi keseimbangan reaksi makin cenderung ke kanan, makin banyak CO. Pada permukaan baja CO akan terurai ;



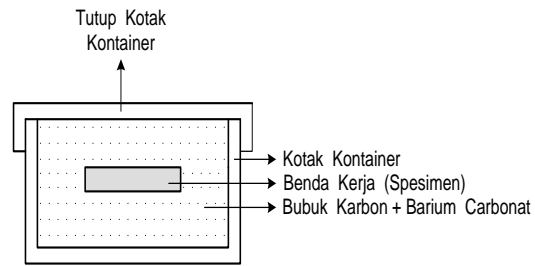
Dimana C yang terbentuk ini berupa atom karbon yang dapat masuk berdifusi ke dalam fase austenit dari baja.

Dengan adanya energizer proses akan lebih mudah berlangsung karena meskipun udara yang terperangkap sedikit, tetapi energizer menyediakan CO₂ yang akan segera mulai mengaktifkan reaksi - reaksi selanjutnya.

Reaksi dekomposisi CaCO₃ ;

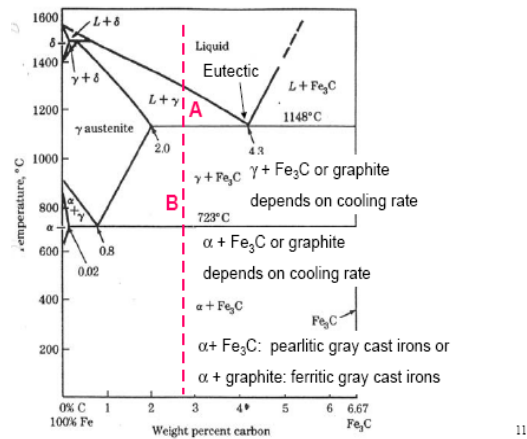


Dengan temperatur tinggi baja mampu melarutkan banyak karbon, maka dalam waktu singkat permukaan baja dapat menyerap karbon hingga mencapai batas jenuhnya.



Gambar.1 Kotak sementasi
Sumber: www.indoskripsi.com

Maksudnya bila baja yang dikeraskan permukaannya mengalami pemanasan hingga temperatur tinggi atau temperatur austenit maka difusi karbon dapat mencapai batas jenuhnya yang berdifusi melebihi batas Ac_m maka akan terjadi atau tumbuh fasa baru yaitu sementit. (Rochim Suratman, 1994).



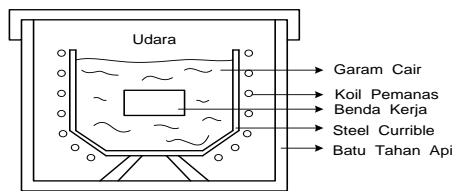
Gambar.2 Potongan Diagram Fase Fe-Fe₃C
Sumber : www.indoskripsi.com

Keuntungan dari proses ini adalah dapat digunakan pada proses pengerasan permukaan yang relatif tebal. Sedangkan kerugiannya adalah jika lapisan terlalu tebal, pada saat pendinginan (*quenching*) akan retak atau terkelupas, benda uji tersebut mengalami shock karena pendinginan yang tiba - tiba.

2. Menggunakan medium cair atau Liquid Carburizing

Pada karburasi yang menggunakan medium cair atau *Liquid Carburizing* biasanya pemanasan benda kerja menggunakan garam cair (*salt bath*) yang terdiri dari campuran *sodium cyanide* (NaCN) atau *potassium cyanide* (KCN) yang berfungsi sebagai

karburasi agent yang aktif, dengan Na_2CO_3 yang berfungsi sebagai energizer dan penurun titik cair garam.

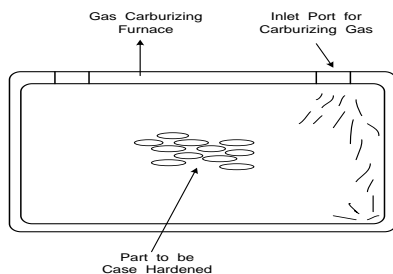


Gambar.3 Liquid Carburizing
Sumber: www.indoskripsi.com

Keuntungan dari proses ini adalah dapat mengeraskan baja tetapi tidak lebih dari 0,5 mm, dapat juga untuk benda kerja yang kecil, dan juga proses oksidasi dan dekarbonisasi dapat dicegah.

3. Menggunakan medium gas atau Gas Carburizing

Pada proses karburasi menggunakan medium gas atau *gas carburizing*, baja dipanaskan didalam dapur pemanas dengan tekanan (atmosfer) yang banyak mengandung gas CO dan gas hidrokarbon misalnya metana, ethana, propana, dan lain – lain. Proses ini dilakukan pada tungku pit (*pit furnace*). Pemanasan dilakukan pada temperatur 900°C - 940°C .

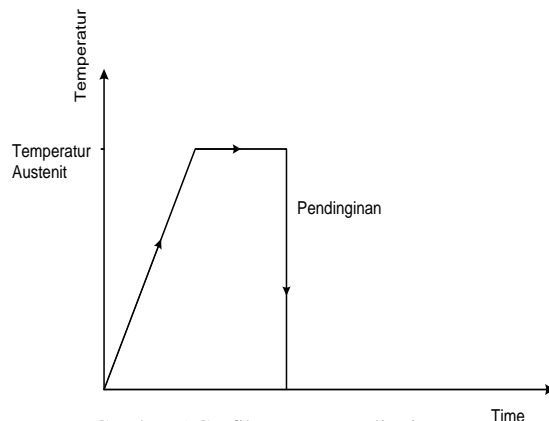


Gambar.4 Gas carburizing
Sumber: www.indoskripsi.com

Setelah lapisan kulit mengandung cukup karbon, proses dilanjutkan dengan pengerasan yaitu dengan pendinginan untuk mencapai kekerasan yang tinggi.

Proses pendinginan (*quenching*) dapat dilakukan dengan cara :

1. Pendinginan langsung (*Direct Quenching*) adalah pendinginan secara langsung dari media karburasi. Efek yang timbul adalah kemungkinan adanya pengelupasan pada benda kerja. Pada pendinginan langsung ini diperoleh permukaan benda kerja yang getas.



Gambar.5 Grafik Proses Pendinginan Langsung (Direct Quenching)
Sumber : www.indoskripsi.com

2. Pendinginan tunggal (*Single Quenching*)

adalah pemanasan dan pendinginan dari benda kerja setelah benda kerja tersebut di karburasi dan telah didinginkan pada suhu kamar. Tujuan dari metode ini adalah untuk memperbaiki difusisitas dari atom – atom karbon, dan agar gradien komposisi lebih halus.

3. *Double Quenching*

adalah proses pendinginan atau pengerasan pada benda kerja yang telah di karburasi dan didinginkan pada temperatur kamar kemudian dipanaskan lagi diluar kotak karbon pada temperatur kamar lalu dipanaskan kembali pada temperatur austenit dan baru didinginkan cepat. Tujuan dari metode ini untuk mendapatkan butir struktur yang lebih halus.

Sifat - sifat yang dimiliki baja karbon setelah Proses Karburasi sebagai berikut :

1. Kekerasan permukaan tinggi dan tahan aus.
2. Tahan temperatur tinggi.
3. Umur lelah lebih tinggi.

Proses pengujian kekerasan logam dapat diartikan sebagai kemampuan suatu bahan terhadap pembebanan dalam perubahan yang tetap, ketika gaya tertentu diberikan pada suatu benda uji. Harga kekerasan bahan tersebut dapat dianalisis dari besarnya beban yang diberikan terhadap luasan bidang yang menerima pembebanan.

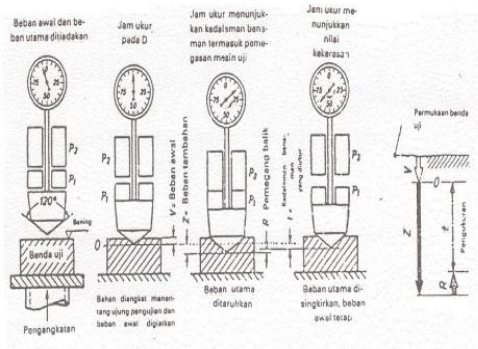
Secara garis besar terdapat tiga metode pengujian kekerasan logam yaitu penekanan, goresan, dan dinamik. Proses pengujian yang mudah dan cepat dalam memperoleh angka kekerasan yaitu dengan metode penekanan.

Dikenal ada tiga jenis metode penekanan, yaitu : *Rockwell*, *Brinell*, *Vickers* yang masing-masing memiliki perbedaan dalam cara menentukan angka kekerasannya.

Disini pengujian memakai pengujian kekerasan dengan menggunakan metoda pengujian *Rockwell*. Pada cara *Rockwell* pengukuran langsung dilakukan oleh mesin, dan mesin langsung menunjukkan angka kekerasan dari bahan yang diuji. Cara ini lebih cepat dan akurat. Nilai kekerasan dari pengujian *Rockwell* ini ditentukan oleh perbedaan kedalaman penembusan

Dengan cara *Rockwell* dapat digunakan beberapa skala, tergantung pada kombinasi jenis indentor dan besar beban utama yang digunakan. Macam-macam skala indentor serta besar beban utamanya dapat dilihat pada tabel berikut.

Pengujian menggunakan skala C (HRC) dalam pengujian ini. Untuk HRC menggunakan beban 150 kg dan dengan menggunakan indenter intan (diamond) berupa kerucut yang sudut puncaknya 120°



Gambar 6. Pengujian Rockwell

Kerang atau Phylum mollusca sudah ada sejak zaman kambrian, kira-kira 450 juta tahun yang lalu. Hal ini terbukti dengan banyaknya penemuan fosil molluska yang berasal dari zaman kambria. Phylum hewani ini merupakan golongan kedua terbesar didunia hewan (*regnum animalia*). Semuanya tersebar, baik didarat (terrestrial), maupun di air (akuatik). Penyebaran hewan ini sangat luas, baik geografis maupun geologis. Dikenal lebih dari 100.000 spesies yang masih hidup dan mungkin lebih besar lagi jumlah fosilnya (AE.VINES DAN N.REES, hal.1394).

Hewan yang termasuk phylum molluska memiliki tubuh lunak, tidak beruas-ruas (segmen), dengan ciri tubuh bagian atas

(anterior) adalah kepala (caput), sisi bawah (ventral) berfungsi sebagai kaki muscular. Dan massa visceranya terdapat pada sisi atas (dorsal). Molluska berasal dari kata "molls" yang artinya lunak, kalau ditinjau dari keadaan yang primitif, tubuh molluska menunjukkan simetris bilateral (dimana bagian sebelah kiri merupakan bayangan dari sebelah kanan). Dan sebagian besar tubuh hewan molluska yang lunak dilindungi oleh cangkang (exoskeleton) yang keras.

Cangkang (exoskeleton) yang melindungi tubuh hewan molluska terbuat dari ± 45% kalsium karbonat (CaCO₃) atau zat kapur.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pelat Baja S-35C, oli SAE 20-50, karbon (arang kayu nani), dan Cangkang kerang (CaCO₃). Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah oven Pemanas (Barmsteal Thermolyne Type F-6000), mesin Uji Kekerasan Mitutoyo Type AR-20, tang Jepit, sarung tangan, jaket tahan api, gancu, wadah penampung oli, majun, ampelas, kotak baja.

1. Langkah penelitian Pengujian kekerasan.

- Benda uji diukur dan dipotong dan diampelas permukaan bendanya, serta namakan tiap-tiap benda uji (pelat), A, B, dan C, untuk tiap-tiap waktu penahanan (15, 30, dan 45 menit).
- Persiapkan Anvil (landasan uji) padaudukannya.
- Pasangkan penetrator berbentuk kerucut intan atau diamond Indenter
- Pilih beban pada angka 150 Pa.
- Putar handwell perlahan-lahan hingga penetratornya menyentuh benda uji lalu atur jarum penunjuk dan kencangkan hingga posisi jarum utama dan jarum bantu menunjuk angka 0.
- Tekan tombol start dan biarkan mesin berproses selama beberapa detik hingga lampu menyala.
- Baca harga kekerasan benda yang diuji pada dial dan angka yang ditunjukkan oleh jarum utama yang tertulis dengan tinta hitam, satuan kekerasan adalah HRC kemudian catat data hasil pengujiannya.

- h. Putar kembali handwell perlahan-lahan ke posisi semula dan atur penetratornya pada benda uji (S-35C) yang belum mengalami proses pengujian, lalu ulangi langkah tersebut pada poin *f-h*.

Catat data hasil pengujian untuk masing-masing waktu penahanan 15, 30, dan 45 menit sebagai data awal untuk benda uji (S-35C) sebelum mengalami proses karburising.

2. Proses Karburasi

- Benda uji (S-35C) setelah diambil data kekerasan awal, benda uji dililitkan dengan kawat baja sebagai tempat pengait untuk mempermudah proses pengangkatan benda uji (S-35C) dalam keadaan panas.
- Mencampur Karbon (arang kayu nani) 60% dengan bubuk Cangkang Kerang (CaCO_3) 40% didalam kotak sementasi sampai merata.
- Benda uji (S-35C) diletakan kedalam kotak sementasi ditimbun dengan Carbon (arang kayu nani) dan bubuk Tulang Sapi (CaCO_3) tadi hingga menutupi permukaan seluruhnya supaya sebentar didalam proses karburising, kedua bubuk tersebut benar-benar menyatu pada permukaan benda uji (S-35C)
- Masukan kotak sementasi kedalam oven pemanas, dan oven ditutup, nyalakan oven pemanas lihat temperatur awal oven 27 - 30°C. Tunggu sampai temperatur akhir pemanasan 900°C, dengan penahanan waktu pemanasan 15 menit.
- Matikan oven pemanas lalu buka oven pemanas keluarkan kotak sementasi dari dalam oven pemanas dengan menggunakan tang jepit.
- Angkat benda uji (S-35C) dari dalam kotak sementasi dengan menggunakan gancu dan dimasukan kedalam media pendingin berupa oli, biarkan hingga dingin.
- Angkat benda uji (S-35C) dari dalam media pendingin tersebut, bersikan dari oli dengan menggunakan majun, lalu ampelas salah satu sisi hingga bersih (mengkilap) untuk proses pengujian kekerasan.
- Untuk penahanan waktu pemanasan 30 dan 45 menit gunakan langkah-langkah proses karburising dari poin *a-g*.

Setelah proses karburising semua benda uji (S-35C) diambil nilai kekerasannya pada proses pengujian kekerasan menggunakan mesin uji kekerasan (Hardness Testing Machine) Mitutoyo seri AR-20.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil eksperimen yang dilakukan dapat dilihat pada tabel-tabel berikut :

Tabel 1. Nilai Kekerasan Benda Uji dengan Waktu Penahanan 15 menit (Pelat A)

Titik Pengujian	Nilai Kekerasan (HRC)	
	Sebelum	Sesudah
1	93	100
2	92	100.25
3	93.25	101.25
4	93	100
5	95	101
6	95.5	100
7	96	100.5
8	96	100.75
9	95	105
10	96.25	101
11	93	101.75
12	94	100.25
13	97.5	103
14	95	101
15	95.25	100
16	95.5	101
17	92.5	101.5
18	95.5	101.5
19	94	103.5
20	94.5	100.5
Rata-rata	94.59	101.19

Berdasarkan hasil eksperimen untuk benda uji dengan komposisi 60% Karbon (arang kayu nani) dan 40% Cangkang Kerang (CaCO_3) dari berat 1 kg media pengkarbonan dengan waktu penahanan 15 menit, diperoleh nilai kekerasan rata-rata pelat A :

Sebelum proses karburasi : 94.59 HRC
Sesudah proses karburasi : 101,19 HRC

$$\Delta \text{Nilai kekerasan rata - rata pelat A}$$

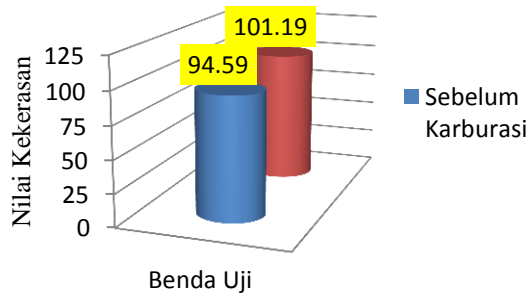
$$= 101.19 - 94,59$$

$$= 6.6 \text{ HRC}$$

Untuk laju proses karburasi diperoleh dengan :

$$\text{Proses Karburasi} = \frac{\Delta \text{Nilai Kekerasan}}{\text{Waktu Penahanan}}$$

$$= \frac{6.6}{15 \text{ menit}} = 0.44 \frac{\text{HRC}}{\text{menit}}$$



Gambar 7. Nilai kekerasan rata-rata pelat A sebelum dan sesudah proses Karburasi

Tabel 2. Nilai Kekerasan Benda Uji dengan Waktu Penahanan 30 menit (Pelat B)

Titik Pengujian	Nilai Kekerasan (HRC)	
	Sebelum	Sesudah
1	94.75	100
2	94	111.25
3	93	108
4	92.75	103
5	95	106.5
6	95	105.5
7	94.75	114.5
8	96	108
9	94.5	103
10	95.5	113.5
11	94.5	103.5
12	95.5	111.5
13	94.75	110
14	95.5	107
15	95.25	110
16	94.25	108.5
17	94	112.5
18	92.75	114.5
19	95	117
20	95.75	111.5
Rata - rata	94.63	108.96

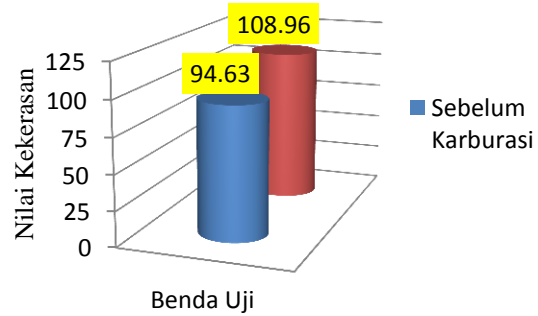
Berdasarkan hasil eksperimen untk penahanan waktu 30 menit, diperoleh nilai kekerasan rata-rata pelat B :
 Sebelum proses karburasi : 94,63 HRC
 Sesudah proses karburasi : 108,96 HRC

$$\Delta \text{ Nilai kekerasan rata - rata pelat B} \\ = 108,96 - 94,63 \\ = 14,33 \text{ HRC}$$

Untuk laju proses karburasi, diperoleh :

Laju Proses Karburasi

$$= \frac{\Delta \text{Nilai Kekerasan}}{\text{Waktu Penahanan}} \\ = \frac{14,33}{30 \text{ menit}} 0,478 \frac{\text{HRC}}{\text{menit}}$$



Gambar 8. Nilai kekerasan rata-rata pelat B sebelum dan sesudah proses Karburasi

Tabel 3. Nilai Kekerasan Benda Uji dengan Waktu Penahanan 45 menit (Pelat C)

Titik Pengujian	Nilai Kekerasan (HRC)	
	Sebelum	Sesudah
1	95.5	115.75
2	93.25	115
3	95	116
4	95.5	114.25
5	94.5	116
6	97	112.25
7	96	113.25
8	95.5	113
9	94.5	115
10	96.5	113
11	94.5	113.5
12	93.5	115.25
13	94	114
14	95	115.75
15	93	115
16	95.5	113.25
17	92.75	115.75
18	95	114
19	96.5	115.25
20	92.25	113
Rata-rata	94.76	123.38

Berdasarkan hasil eksperimen untuk penahanan waktu 45 menit, diperoleh nilai kekerasan rata-rata pelat C :

Sebelum proses karburasi : 94,76 HRC
 Sesudah proses karburasi : 123,38 HRC

Δ Nilai kekerasan rata – rata pelat C

$$= 123,38 - 94,76$$

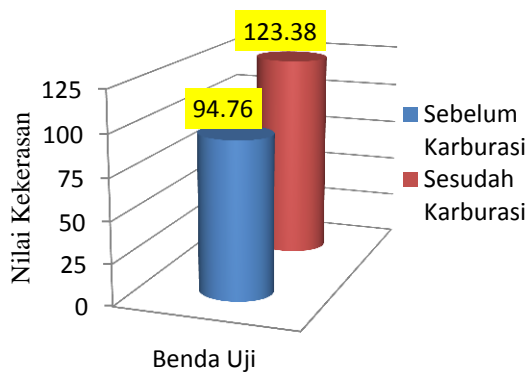
$$= 28,62 \text{ HRC}$$

Untuk laju proses karburasi, diperoleh :

Laju Proses Karburasi

$$= \frac{\Delta \text{Nilai Kekerasan}}{\text{Waktu Penahanan}}$$

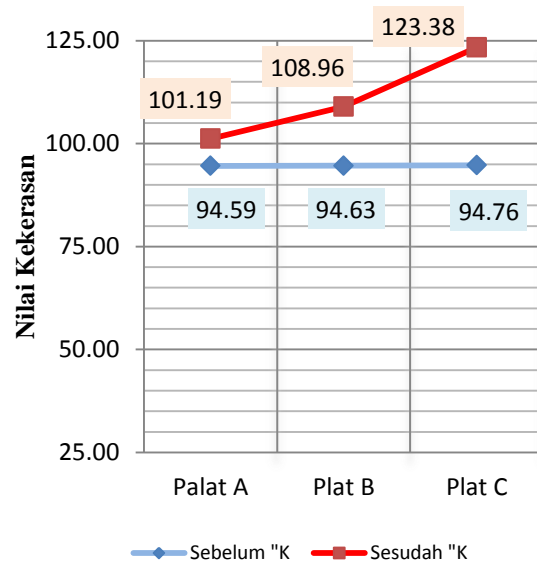
$$= \frac{28,62}{45 \text{ menit}} = 0,636 \frac{\text{HRC}}{\text{menit}}$$



Gambar 9. Nilai kekerasan rata-rata pelat C sebelum dan sesudah proses Karburasi

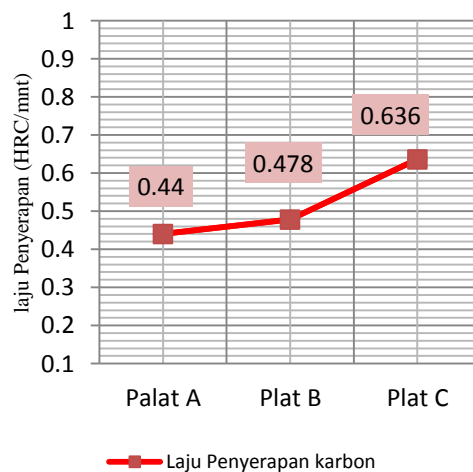
Dengan bertambah waktu penahanan (Holding Time) pada proses karburasi peningkatan nilai kekerasan semakin meningkat pula, hal ini disebabkan karena material diberikan waktu yang lama untuk menyerap karbon pada proses tersebut hal ini dapat terlihat dari dari rata-rata peningkatan nilai kekerasan

Rata-rata Nilai Kekerasan



Gambar 10. Rata-rata Nilai Kekerasan Tiap Pelat

Grafik Rata-rata Laju Peningkatan proses penyerapan Karbon



Gambar 11. Rata-rata Laju peningkatan prose penyerapan Karbon

Dari grafik pada gambar 10 dan 11 yang dilihat diatas bahwa peningkatan nilai kekerasan paling tinggi terdapat pada Plat C dengan penahanan waktu (Holding Time) sebesar 45 menit yaitu sebesar 123.38 HRC dari 94.76

HRC dengan peningkatan sebesar 28.62 HRC atau rata-rata peningkatan sebesar 30.2%.

Peningkatan ini disebabkan material uji (Plat) diberikan kesempatan menyerap karbon pada proses karburasi di dalam kotak sementasi (kotak baja), jadi semakin lama waktu penahanan (45 menit) nilai kekerasan akan semakin tinggi pula.

Yang menyebabkan peningkatan laju nilai kekerasan pada proses karburasi dengan temperature 900°C, adalah dimana fase S35C telah mencapai fase Austenit sehingga penyerapan karbon pada permukaan S35C menuju merata, hal ini juga terbantu dengan proses pendinginan langsung (direck Quenching) dengan material pendingin oli SAE 20-50, dari proses pendinginan ini fase S35C menuju Fase Austenite + ferrite dimana didalam fase ini kekerasan pada S35C semakin merata.

V. KESIMPULAN

Penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan media lokal dalam hal ini Cangkang kerang (CaCO_3) dapat dipergunakan sebagai alternatif pengganti katalisator BaCO_3 (Barium Carbonat) dalam proses Karburasi Padat. Laju penyerapan karbon paling cepat terjadi pada proses dengan penahanan waktu 45 menit dengan komposisi dari 1 kg campuran yang terdiri 60% karbon (arang kayu nani) dan 40% Cangkang kerang (CaCO_3) yaitu sebesar 123,38 HRC. Kemudian di ikuti dengan penahanan waktu (Holding Time) 30 menit dan 15 menit dengan nilai 108,96 dan 101,19 dimana Peningkatan laju nilai kekerasan rata-rata terbesar juga terjadi pada penahanan waktu 45 menit, sebesar 0,636, atau 30,2%.

DAFTAR PUSTAKA

- Beumer Ing, B. J. M., (1994): *Ilmu Bahan Logam*. Terjemahan B. S. Anwir. Jilid III. Penerbit Bhatara. Jakarta
- Hari, A. dan Daryanto. (1999): *Ilmu Bahan*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Materi kuliah Ilmu Bahan. ITS. Surabaya
- Mochyidin, A., (2004): *Analisa Pengaruh Waktu Tahan Terhadap Baja Karbon Rendah Dengan Metode Pack Carburizing*.
<http://One.Indoskripsi.Com/Node/>

Odink, A., (1947): *Ensiklopedia Material Untuk Konstruksi Permesinan*. Edisi Ketiga. Moskow.

Pengetahuan Bahan 2. ITB. Bandung.

Schonmentz, I. A., dkk. (1985): *Pengetahuan Bahan Dan Pengerjaan Logam*. Penerbit Angkasa. Bandung

Suratman, Rochim., (1994): *Panduan Proses Perlakuan Panas*. Lembaga Penelitian ITB. Bandung

Van Vlack, L., (1992): *Ilmu dan Teknologi Bahan*. Terjemahan Srianti Djaprie. Edisi Kelima. Penerbit Erlangga. Jakarta.

Wardoyo, J. T., (2005): *Metode Peningkatan Tegangan Tarik Dan Kekerasan Pada Baja Karbon Rendah Melalui Baja Fasa Ganda*.
<http://www.indoskripsi.com>