

## PROSES KARBURASI PELAT BAJA KARBON RENDAH MENGUNAKAN NANOKARBON DAN KITOSAN SEBAGAI COUPLING AGENT

Yoddy A.Nuhgraha  
Jurusan Teknik Mesin Politeknik TEDC Bandung  
[yan\\_nuhgraha@yahoo.com](mailto:yan_nuhgraha@yahoo.com)

### Abstrak

Perkembangan teknologi rekayasa permukaan membuat para peneliti berusaha untuk meneliti dengan metoda yang semurah dan semudah mungkin. Karburasi adalah salah satu teknik rekayasa permukaan yang bertujuan untuk mendapatkan sifat material yang lebih baik dari pada sebelumnya. Baja karbon rendah biasanya digunakan dalam proses karburasi baik dengan metoda karburasi padat, gas, dan cair. Beberapa parameter seperti waktu, temperatur, sumber karbon, potensi karbon, dan lingkungan tertutup adalah faktor penentu dalam karburasi padat. Dalam penelitian ini, nanokarbon sebagai sumber karbon, kitosan sebagai coupling agent, tungku nitrogen sebagai lingkungan karburasi, dan temperature dibawah suhu karburasi yang biasa adalah sebagai parameter yang telah disebutkan sebelumnya. SEM + EDS Mapping memperlihatkan karbon tidak berdifusi kedalam permukaan sampel baja karbon rendah St37 atau SAE 1013. Uji kekerasan mikro vicker memperlihatkan penurunan kekerasan permukaan sampel. Secara umum, penelitian ini tidak berhasil mendifusikan karbon kedalam permukaan baja karbon rendah dan kitosan tidak memainkan peranannya sebagai lapisan perantara antara nanokarbon dan baja karbon rendah.

Kata kunci: baja karbon rendah, St37, SAE 1013, karburasi, tungku nitrogen, kitosan, cupling agent, nanokarbon, SEM, EDS Mapping, mikrovickers.

### Abstract

*The development of surface engineering technologies emerge scientist to research with easier and cheaper as possible method. Carburizing is one of the surface engineering techniques which aimed to achieve better material properties than before. Low carbon steel used to carburize either with pack, gas, and liquid carburizing method. Several parameters which are time, temperature, carbon source, carbon potential, and closed environment are influence factors in pack carburizing. In this research, nanocarbon as of carbon source, chitosan as of coupling agent, nitrogen furnace as of carburizing environment, and below common carburizing temperature are use as the parameter mentioned before. SEM+EDS Mapping shows that carbon has not diffused to the sample surface of selected St37 or SAE 1013 low carbon steel. Microvickers hardness test shows decrease of the sample surface hardness. In general, this research has not successfully diffuse carbon into low carbon steel surface and chitosan as a coupling agent not role its function as a layer bridge between nanocarbon and low carbon steel.*

Keywords: low carbon steel, st37, SAE 1013, carburizing, nitrogen furnace, chitosan, coupling agent, nanocarbon, SEM, EDS Mapping, microvickers.

## Pendahuluan

Peralatan pertanian yang sederhana seperti cangkul, parang, garu, dan lain-lain masih tetap dipergunakan oleh sebagian besar petani kita di Indonesia ini, karena sistem pertanian kita masih konvensional /tradisional dan hanya sedikit saja yang sudah menerapkan teknologi industri pertanian yang canggih.

Dalam pemakaian sehari-hari, contohnya cangkul, memerlukan material yang baik dan keras sehingga tahan terhadap benturan yang mungkin terjadi antara mata cangkul dengan batu misalnya, untuk memperoleh kekerasan tersebut mata cangkul harus dikeraskan terlebih dahulu yang biasanya dengan menggunakan proses karburasi untuk menambahkan unsur karbon kedalam lapisan permukaan mata cangkul sehingga diperoleh sifat material yang keras.

Proses karburasi ini biasanya berskala industri, artinya hanya dapat dilakukan dalam suatu industri atau laboratorium karburasi. Oleh karenanya Penulis tertarik untuk melakukan suatu percobaan yang hasilnya dapat membuat teknologi karburasi tidak lagi harus dalam industri dan mahal tetapi bisa dilakukan oleh siapapun dengan menggunakan kayu bakar sebagai sumber api dan karbon serta peralatan yang sederhana dan murah.

Salah satu metoda karburasi diantaranya adalah metoda karburasi padat (*pack carburizing*). Metoda ini menggunakan arang kayu sebagai sumber karbon dan barium karbonat ( $\text{BaCO}_3$ ) sebagai katalisnya. Sampel (biasanya baja karbon rendah) dimasukkan kedalam wadah yang berisi arang kayu kemudian dimasukkan kedalam tungku pembakaran. Sehingga reaksi yang terjadi di dalamnya adalah reaksi kimia yang terjadi antara karbon, barium karbonat, dan oksigen. Reaksi ini menghasilkan unsur karbon yang terurai dan berdifusi kedalam lapisan sampel karburasi, sehingga lapisan sampel memiliki kandungan karbon yang kaya. Kemudian dengan quenching terbentuk fasa martensit pada lapisan tersebut yang menyebabkan kekerasan pada lapisan luarnya meningkat.

Dalam lingkungan karburasi terdapat oksigen, dengan adanya oksigen akan menyebabkan terbentuknya lapisan oksida yang tumbuh disepanjang batas butir atau di antara butirannya sendiri. Adanya lapisan oksida ini diantaranya akan menurunkan kekerasan baja karburasi dan menurunkan koefisien gesek yang berakibat naiknya derajat keausan suatu baja karburasi.

Penggunaan lingkungan yang bebas dari oksigen atau lingkungan yang hampa udara pada proses karburasi adalah untuk menghilangkan proses oksidasi, dan lingkungan yang berbasis nitrogen dikatakan dapat mengurangi hal ini (Parrish, Geoffrey. 1999).

Pada penelitian ini ditujukan untuk mengetahui apakah proses karburasi bisa dilakukan ketika sampel dibakar dalam tungku yang tidak memiliki unsur oksigen di dalamnya yaitu menggunakan tungku nitrogen. Beberapa parameter penelitian dipilih agar mendapatkan hasil yang berbeda dan dapat disimpulkan mana yang terbaik. Sampel yang digunakan adalah pelat baja karbon rendah St37 atau SAE 1013 dengan ketebalan 1 mm.

Tabel 1. Komposisi kimia baja karbon rendah St37

| Nearest SAE grade | DIN number     | Composition, wt% |           |           |       |       |        |
|-------------------|----------------|------------------|-----------|-----------|-------|-------|--------|
|                   |                | C                | Si        | Mn        | P     | S     | Others |
| 1008              | 1.0010, D9     | 0.10             | 0.30      | 0.50      | 0.070 | 0.060 | ...    |
| 1013              | 1.0036, US37-2 | 0.17             | ...       | 0.20-0.50 | 0.050 | 0.050 | 0.007N |
| 1013              | 1.0037, St37-2 | 0.17             | 0.30      | 0.20-0.50 | 0.050 | 0.050 | 0.009N |
| 1013              | 1.0038, RS37-2 | 0.17             | 0.03-0.30 | 0.20-0.50 | 0.050 | 0.050 | 0.009N |
| 1013              | 1.0055, US34-1 | 0.17             | ...       | 0.20-0.50 | 0.080 | 0.050 | ...    |
| 1013              | 1.0057, RS34-1 | 0.17             | 0.03-0.30 | 0.20-0.50 | 0.080 | 0.050 | ...    |
| 1013              | 1.0116, St37-3 | 0.17             | 0.03-0.30 | 0.20-0.50 | 0.040 | 0.040 | ...    |
| 1010              | 1.0204, US36   | 0.13             | ...       | 0.25-0.50 | 0.040 | 0.040 | ...    |

Sumber: ASM Metals Handbook, vol. 01.

## Metoda penelitian

Parameter penelitian dan alat karakterisasi yang digunakan yaitu;

1. Partikel nanokarbon yang digunakan berupa larutan nanokarbon dengan alkali aktivator.
2. Konsentrat kitosan yang dipakai sebesar 1%, 2%, dan 3%.
3. Suhu karburasi yang dipakai adalah 500°C, 650°C, dan 800°C.
4. Tungku karburasi memakai tungku nitrogen
5. Karakterisasi sampel menggunakan Scanning Electron Microscopy (SEM) + Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (EDS) Mapping.
6. Pengujian kekerasan menggunakan Uji Keras Mikrovickers.
7. Karakterisasi nanokarbon menggunakan X-Ray Diffraction dan SEM.

Secara umum semua sampel akan dilapisi dengan larutan nanokarbon, untuk mendapatkan hasil yang optimum maka dibuat beberapa parameter yang akan diterapkan kepada sampel penelitian antara lain:

1. Sampel tanpa lapisan kitosan.
2. Sampel dengan pelapisan kitosan pada permukaannya dengan konsentrasi mulai dari 1%, 2% sampai 3% kemudian dilapisi nanokarbon dan dikeringkan di udara.

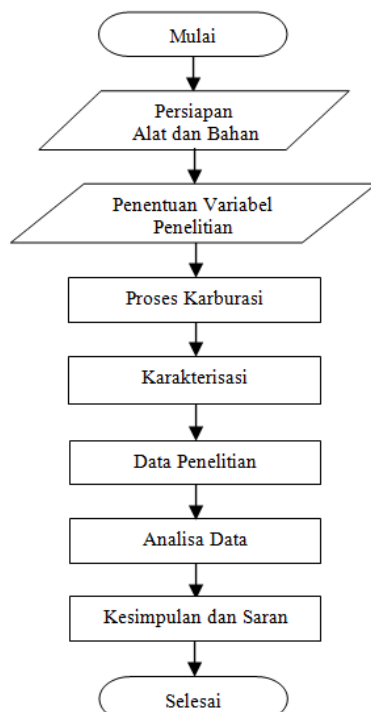
3. Sampel dibakar dalam tungku nitrogen dengan suhu mulai dari 500°C, 650°C, sampai 800°C dengan waktu tunda untuk semua perbedaan suhu selama 2 jam dan didinginkan di dalam tungku.
4. Dimensi sampel adalah  $P \times L \times T = 10 \text{ mm} \times 10 \text{ mm} \times 1 \text{ mm}$

Untuk memudahkan penelitian maka setiap sampel diberi kode yang disusun pada tabel 2 berikut ini.

Tabel 2 Parameter penelitian

| No | Kode | Kitosan (%) | Lapisan Nano karbon | Suhu (C) | Waktu Tunda (Jam) |
|----|------|-------------|---------------------|----------|-------------------|
| 1  | O5   | -           | Ya                  | 500      | 2                 |
| 2  | O6   | -           | Ya                  | 650      | 2                 |
| 3  | O8   | -           | Ya                  | 800      | 2                 |
| 4  | A5   | 1           | Ya                  | 500      | 2                 |
| 5  | A6   | 1           | Ya                  | 650      | 2                 |
| 6  | A8   | 1           | Ya                  | 800      | 2                 |
| 7  | B5   | 2           | Ya                  | 500      | 2                 |
| 8  | B6   | 2           | Ya                  | 650      | 2                 |
| 9  | B8   | 2           | Ya                  | 800      | 2                 |
| 10 | K5   | 3           | Ya                  | 500      | 2                 |
| 11 | K6   | 3           | Ya                  | 650      | 2                 |
| 12 | K8   | 3           | Ya                  | 800      | 2                 |

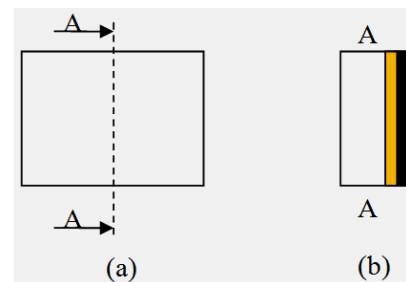
Langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini digambarkan dalam bentuk diagram alir berikut ini:



Gambar 1 Diagram alir penelitian

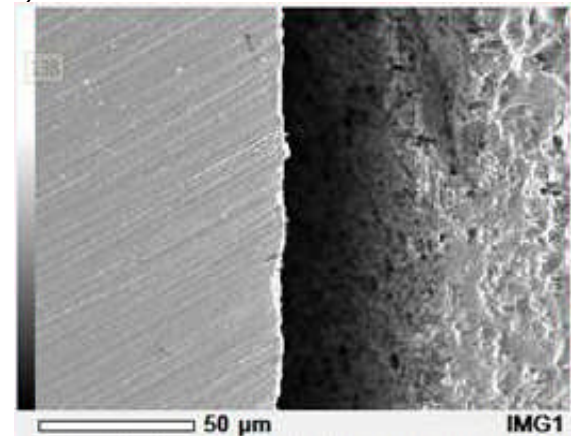
### Data dan analisa

Sampel di uji pada bidang melintangnya untuk melihat sejauh mana penyebaran unsur karbon dan besi. Sketsa bidang melintang tersebut dapat dilihat pada gambar 2 di bawah.



Gambar 2 Sketsa sampel SEM+EDS Mapping, (a) sampel dipotong, (b) bidang uji

Lapisan nanokarbon dan kitosan berada di sebelah kanan dan substrat berada di sebelah kiri. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar di bawah (Gambar 3).

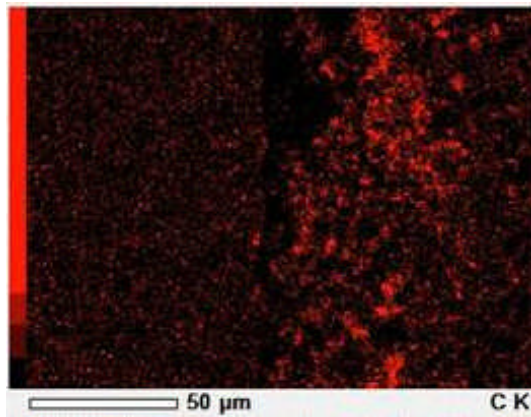


Gambar 3 SEM pada sampel K8

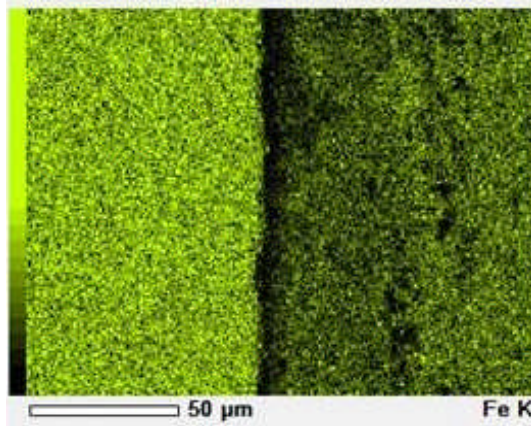
Cara membaca unsur yang tersebar, misalnya pada gambar 4, unsur karbon (C) dilihat dari intensitas kecerahan dari pita intensitas warna disamping kiri mapping karbon. Semakin cerah (ke atas) artinya semakin banyak unsur karbonnya dan sebaliknya semakin gelap (ke bawah) maka semakin sedikit unsur karbonnya.

Hasil uji EDS mapping pada sampel didapat data sebagai berikut, yaitu secara umum penyebaran unsur karbon terhadap substratnya tidak terjadi, dengan kata lain bahwa unsur karbon tidak terdifusi kedalam permukaan baja karbon rendah. Unsur karbon yang terlihat pada hasil EDS Mapping (Gambar 4) adalah karbon yang berasal dari substratnya

sendiri dalam fasa  $\text{Fe}_3\text{C}$ . Sebagaimana pada gambar 5 di bawah, unsur Fe terlihat tersebar dari mulai substratnya sampai dengan lapisan nanokarbon kitosan.



Gambar 4 EDS Mapping C pada sampel K8



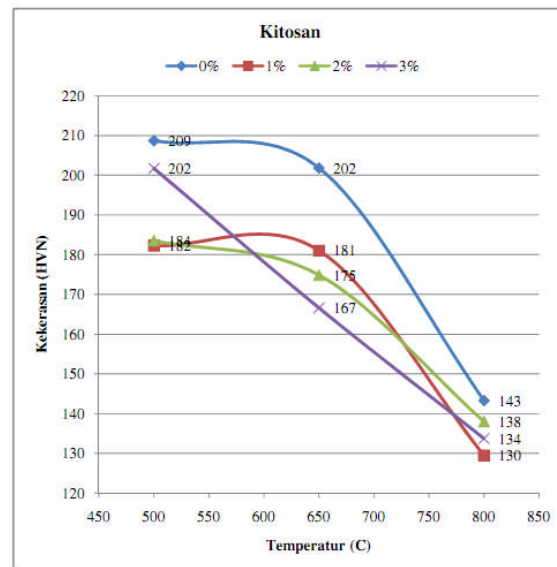
Gambar 5 EDS Mapping Fe pada sampel K8

Pada hasil uji kekerasan menggunakan Microvicker hardness (Gambar 6) didapat nilai kekerasan permukaan sampel yang semakin menurun seiring dengan kenaikan suhu pembakaran pada tungku nitrogen.

Pada suhu 500°C nilai kekerasan permukaan sampel untuk semua kelompok memiliki nilai kekerasan yang paling tinggi, kemudian menurun pada suhu 650°C dan yang paling rendah nilai kekerasannya pada suhu pembakaran 800°C.

Berdasarkan teori, jika tidak ada penambahan unsur karbon maka butiran pada sampel baja karbon rendah akan semakin membesar seiring dengan kenaikan temperatur.

Ukuran butir yang besar akan mengakibatkan kekerasan permukaannya menurun. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penambahan atau difusi unsur karbon tidak terjadi pada sampel penelitian.



Gambar 6 Nilai uji kekerasan microvickers

### Kesimpulan

Berdasarkan analisa data yang ada pada bab sebelumnya serta merujuk kepada tujuan penelitian ini, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Penambahan unsur karbon menggunakan nanokarbon pada permukaan sampel dengan perantara kitosan tidak berhasil dilakukan. Hal ini terlihat dari data EDS Mapping yang dikomparasi dengan hasil uji kekerasan yang semakin menurun seiring dengan kenaikan suhu. Akibat dari kenaikan suhu, batas butir akan membesar sehingga terjadi penurunan kekerasan. Unsur karbon yang terlihat dalam EDS Mapping adalah karbon yang berasal dari sampel sendiri dalam fasa  $\text{Fe}_3\text{C}$ . Demikian juga dengan Fe yang terlihat menyebar ke arah lapisan nanokarbon adalah berasal dari kandungan Fe yang ada dalam sampel. Jika karbon bertambah seharusnya kekerasannya bertambah pula.
2. Kitosan sebagai coupling agent tidak dapat diterapkan sebagai perantara nanokarbon pada proses karburasi memakai tungku nitrogen.
3. Proses karburasi memakai tungku nitrogen tidak dapat dilakukan dengan temperatur karburasi yang dipilih.
4. Kekerasan permukaan sampel tanpa kitosan sebesar 209 HVN, kemudian sampel dengan kitosan

3% sebesar 202 HVN, kemudian sampel dengan kitosan 2% sebesar 184 HVN, dan yang terendah sampel dengan kitosan 1% sebesar 182 HVN pada suhu 500°C dengan waktu tunda selama 2 jam.

5. Nanokarbon berstruktur grafit berdasarkan pengujian SEM dan XRD.

#### Saran

Saran yang dapat diberikan mengenai penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Preparasi sampel baik sebelum dan sesudah dikarburasi sebaiknya dilakukan lebih baik dan lebih berhati-hati agar tidak terjadi kerusakan ataupun ketidaksempurnaan dalam pengujian.
2. Perlu penelitian yang lebih lanjut untuk pengaruh kitosan sebagai coupling agent dalam proses karburasi.
3. Perlu penelitian lanjut mengenai nanokarbon sebagai sumber karbon pada proses karburasi.
4. Perlu penelitian lanjut mengenai temperatur yang digunakan dalam proses karburasi menggunakan tungku nitrogen.

#### Daftar Pustaka

- [1].Akasaka, Takeshi., Wudl, Fred., and Nagase, Sigeru. *Chemistry of Nanocarbons*. Wiley. 2010.
- [2].ASM Metals Handbook, Volume 01. Properties and Selection: Irons, Steels, and High Performance Alloys. ASM International. 1990.
- [3].ASM Metals Handbook, Volume 04. *Heat Treating*. ASM International. 1991.
- [4].ASM Metals Handbook, Volume 05. *Surface Engineering*. ASM International. 1994.
- [5].ASM Metals Handbook, Volume 08. *Mechanical Testing and Evaluation*. ASM International. 2000.
- [6].ASM Metals Handbook, Volume 09. *Metallography and Microstructures*. ASM International. 2004.
- [7].ASM Metals Handbook, Volume 10. *Materials Characterization*. ASM International. 1998.
- [8].Callister, William. *Material Science and Engineering*. 7<sup>th</sup> Edition, John Wiley & Sons, inc. 2007.
- [9].Dieter, George Ellwood. *Mechanical Metallurgy, SI Metric Edition*. McGraw-Hill Book Company. 1988.
- [10].Fontana, Mars G. *Corrosion Engineering*. McGraw-Hill Book Co. 1987.
- [11].Garraat-Reed, A.J., Bell, D.C. *Energy-Dispersive X-Rays Analysis in the Electron Microscope*. BIOS Scientific Publishers Limited. 2003.
- [12].Geels, Kay. *Metallographic and Materiallographic Specimen Preparation, Light Microscopy, Image Analysis and Hardness Testing*. ASTM International. 2007.
- [13].[http://eprints.undip.ac.id/41553/4/BAB\\_3\\_Metode\\_Penelitian.pdf](http://eprints.undip.ac.id/41553/4/BAB_3_Metode_Penelitian.pdf)
- [14].Kalantar, K. and Fry, B. *Nanotechnology-Enabled Sensor*. New York: Springer, 2008.
- [15].Khan, Rafi Ullah. *Vacuum Gas Carburizing – Vate of Hydrocarbons*. Dissertation. Universitätsverlag Karlsruhe. 2008.
- [16].Kim, Se-Kwon. *Chitin, Chitosan, Oligo saccharides and Their Derivatives: Biological Activities and Applications*. CRC Press. 2011.
- [17].Loye, Hanno. *X-Rays Diffraction: How It Works, What It Can and What It Can Not Tell Us*. University of South Carolina. 2001.
- [18].Nabok, A. *Organic and Inorganic Nanostructure*. Norwood: Artech House Inc, 2005.
- [19].Parrish, Geoffrey. *Carburizing: Microstructures and Properties*. ASM International. 1999.
- [20].Putra, Khalifa Aldila. *Modifikasi Sifat Mekanik Dan Kimia Permukaan Baja Dengan Memanfaatkan Red Mud Sebagai Pelapis Keramik Tinjauan Mikrostruktur Baja Karbon Rendah (St-37)*. Tugas Akhir. ITB. 2010.
- [21].W. Yext, E.A. Hayduk Jr., C.K. Fisher. *A Study of Various Nitrogen-based Furnace Atmospheres and Their Effects on Copper Thick-film Conductors and Dielectrics*. Microelectronics International: An International Journal, Vol. 4 Iss: 1, pp.5 – 10. 1987.