

# Analisis Pengaruh Variasi Komposisi Katalis Pada Proses Pack Carburizing Baja Karbon Rendah Terhadap Nilai Kekerasan dan Struktur Mikro

**Lega Putri Utami, Budi Istana, Adi Indra**  
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Riau Pekanbaru

Email:

[legaputri@umri.ac.id](mailto:legaputri@umri.ac.id)

[budiistana@umri](mailto:budiistana@umri)

[Adi.indra930@gmail.com](mailto:Adi.indra930@gmail.com)

## Abstrak

*Pentingnya pemilihan material yang tepat sesuai kebutuhan industri dapat memperpanjang usia pakai material dan dapat meminimalkan cost maintenance untuk penggantian material. Didalam industri air minum dalam kemasan, memiliki mesin-mesin yang tidak lepas kaitannya dengan material, baik yang terbuat dari nilon maupun logam, material tersebut di aplikasikan sesuai dengan fungsinya. Terdapat komponen mesin yang mengalami keausan pada sebuah industri air minum dalam kemasan, keausan terjadi pada shaft gearbox conveyor yang terbuat dari baja ST41 dan mengalami keausan antara bagian spi dan lobang spi. Jenis keausan yang terjadi pada shaft gearbox conveyor ini adalah keausan (surface fatigue wear) yang terjadi karena interaksi permukaan, dimana bagian permukaan mengalami gesekan beban berulang secara terus menerus. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh persentase katalis BaCO<sub>3</sub> terhadap nilai kekerasan dan struktur mikro pada proses pack carburizing baja ST41.*

**Kata Kunci:** Pack Carburizing, Baja ST41, Keausan, Heat treatment.

## Abstract

*The importance of choosing suitable material as industrial need to lengthen the use of material and minimize cost maintenance. In water mineral industrial, there are some machines that made of nylon or metal. Those materials are applied based on their functions. There are some machines components which scraped in water mineral industrial. It can be happened in shaft gearbox conveyor that made of steel ST41 which is scraped between spi and hole spi. The type of scrape is surface fatigue wear that happened because of surface interaction which is friction continually. The aim of this research is to know the effect of catalyst percentage BaCO<sub>3</sub> toward strange value and micro structure on pack carburizing process at steel ST41.*

### 1. PENDAHULUAN

Material logam merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari proses pemesinan dalam dunia industri. Seperti besi cor, besi baja, dan stainless. pentingnya pemilihan material yang tepat sesuai kebutuhan industri dapat memperpanjang usia pakai material dan dapat meminimalkan cost maintenance untuk penggantian material. Didalam industri air minum dalam kemasan, memiliki mesin-mesin yang tidak lepas kaitannya dengan material, baik yang terbuat dari nilon maupun logam, material tersebut di aplikasikan sesuai dengan

fungsinya. besi baja karbon biasanya di aplikasikan untuk shaft gearbox conveyor, conveyor roller, besi siku dudukan ducting, dll. Material-material tersebut memiliki usia pakai baik karena gesekan yang di dapat secara terus menerus sehingga menyebabkan keausan maupun korosi. Komponen lain yang mengalami keausan pada industri air minum dalam kemasan ini terjadi pada shaft gearbox conveyor. Shaft gearbox conveyor ini terbuat dari baja St41 dan mengalami keausan antara bagian spi dan lobang spi. Jenis keausan yang terjadi pada shaft gearbox conveyor ini adalah keausan (surface fatigue wear) yang terjadi

karena interaksi permukaan, dimana bagian permukaan mengalami gesekan beban berulang secara terus menerus. Dari masalah yang terjadi pada shaft gearbox conveyor tersebut, saya tertarik untuk mengangkat nya menjadi judul tugas akhir, dengan memberi perlakuan permukaan dan perlakuan panas pada material shaft gearbox conveyor tersebut dengan metode pack carburizing agar tingkat kekerasan pada permukaan shaft gearbox tersebut dapat meningkat.

**2. METODE**

Bahan untuk spesimen uji adalah baja karbon rendah ST41 dengan komposisi kimia di tunjukan pada tabel berikut:

SPECTROMETER EMISI OPTIK			
Foto benda uji	No	Unsur / Element	Nilai (%)
	1	Carbon (C)	0,225
	2	Silicon (Si)	0,285
	3	Sulfur (S)	0,03
	4	Phosphorus (P)	0,028
	5	Manganese (Mn)	0,647
	6	Nickel (Ni)	0,05
	7	Chromium (Cr)	0,1
	8	Molibdenum (Mo)	0,028
	9	Vanadium (V)	0
	10	Copper (Cu)	0,147
	11	Wolfram / tungsten (W)	0,004
	12	Titanium (Ti)	0,002
	13	Tin (Sn)	0,008
	14	Aluminium (Al)	0,006
	15	Plumbum / Lead (Pb)	0
	16	Antimony (Sb)	0,001
	17	Natrium (Na)	0
	18	Zirconium (Zr)	0
	19	Zinc (Zn)	0,002
	20	Ferro / iron (Fe)	98,536

Tabel 1. Hasil Uji Komposisi kimia Material

Metode penelitian yang di gunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pack carburizing pada baja st41 dengan variasi persentase BaCo3 menggunakan karbon aktif.

No	Spesimen Uji	Jenis Pengujian			Total
		Spectro	SEM	Kekerasan	
1	Raw Material	1		1	1
2	Katalis 10%		1	1	1
3	Katalis 20%		1	1	1
4	Katalis 30%		1	1	1
5	Katalis 40%		1	1	1
Total Spesimen Uji					5

Tabel 2 : Variable penelitian

Spesimen uji dimasukan ke dalam kotak baja dan diisi media karburasi dengan komposisi katalis berfariasi yaitu 10%, 20%, 30%, dan 40%. Kotak karburasi kemudian di tutup rapat dan dimasukan ke dalam dapur pemanas (*electric furnace*) dipanaska sampai temperatur 900°C dan di tahan pada suhu tersebut selama 30 menit. Kemudian spesimen dikeluarkan dari kotak baja dan didinginkan menggunakan air. Material yang telah di karburizing dilakukan uji SEM dan kekerasan, untuk uji Sem terdapat 4 spesimen dan untuk uji kekerasan terdapat 5 spesimen, dimana untuk uji kekerasan setiap spesimen dilakukan di 3 titik berbeda.

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

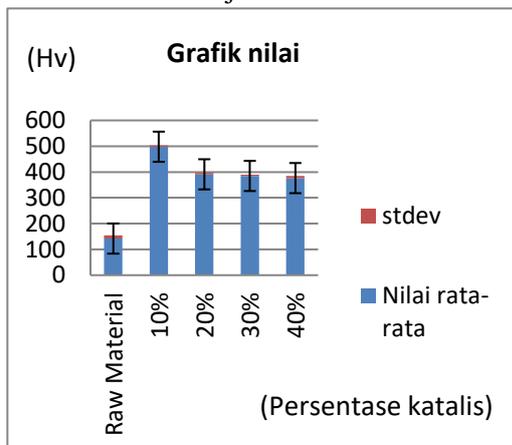
**3.1 Pengujian Kekerasan Menggunakan Hardnes Vickers Portabe**

Hasil uji kekerasan menggunakan hardnes vickers prtable dengan 5 spesimen uji di 3 titik berbeda. Dan disusun dalam bentuk tabel dan grafik berikut :

No	Komposisi Katalis	Titik Pengujian			Nilai Rata-Rata Kekerasan (Hv)	St. Dev
		Titik 1	Titik 2	Titik 3		
1	Raw Material	151 Hv	138 Hv	147 Hv	142 Hv	12,2
2	10% Katalis	504 Hv	498 Hv	492 Hv	498 Hv	6
3	20% Katalis	396 Hv	392 Hv	385 Hv	391 Hv	5,5
4	30% Katalis	383 Hv	381 Hv	390 Hv	384,6 Hv	4,7
5	40% Katalis	385 Hv	374 Hv	370 Hv	373,6 Hv	7,7

Tabel 3 : tabel hasil pengujian kekerasan baja st41.

Grafik 1 : Grafik Hasil pengujian kekerasan baja ST41.



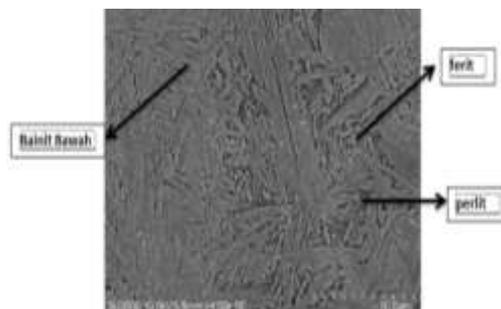
Dari hasil pengujian kekerasan maka didapatkan hasil berupa tabel data kekerasan dan grafik di atas, dimana nilai kekerasan tertinggi setelah dilakukannya proses karburizing pada baja St41 terdapat pada campuran komposisi katalis 10% dengan nilai kekerasan 498 Hv. Campuran komposisi katalis 10% dapat meningkatkan nilai kekerasan baja ST41 sebesar 250,7 % dari nilai kekerasan raw material. Tingginya nilai kekerasan pada komposisi katalis 10% disebabkan oleh perbandingan volume antara karbon dan katalis di dalam kotak karburizing. Kotak karburizing hanya dapat diisi dengan volume 450 gram. Komposisi katalis 10% hanya mengandung volume karbon sebesar 405 gram, komposisi katalis 20% mengandung volume karbon sebesar 360 gram, komposisi katalis 30% mengandung volume karbon sebesar 315 gram, dan komposisi katalis 40% mengandung volume karbon sebesar 270 gram. Semakin tingginya nilai komposisi katalis akan mengurangi nilai kekerasan material. Karena katalis hanya berfungsi untuk mempercepat laju difusi atom

ke dalam baja, dan karbon berfungsi untuk meningkatkan nilai kekerasan pada material.

### 3.2 Hasil Pengujian SEM (Scanning Electron Microscope)

Pada pengujian ini spesimen yang di uji berjumlah 4 buah yaitu terdiri dari baja ST41 yang telah di karburizing dengan variasi komposisi 10%, 20%, 30% dan 40%. Sehingga menghasilkan gambar struktur mikro sebagai berikut:

#### 3.2.1 Foto Hasil Struktur Mikro Baja ST41 Dengan Komposisi Katalis 10%

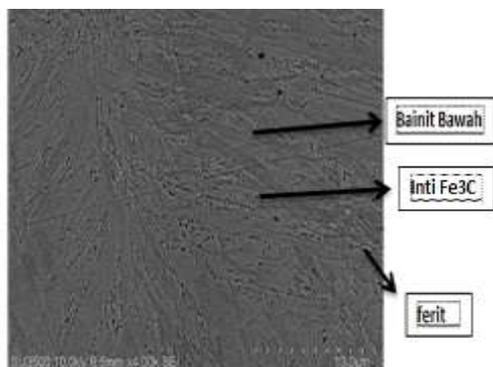


Gambar 1 : Foto Hasil Struktur Mikro Baja ST41 Dengan Komposisi Katalis 10%

Struktur mikro dalam baja tergantung pada kadar karbon di dalamnya, karbon merupakan suatu ikatan *interstitial* dalam besi dan membentuk suatu larutan padat, pada Gambar 4.1 terlihat fasa bainit lebih dominan dari pada fasa ferit dan perlit. bainit dihasilkan dari reaksi eutektoid non lamellar, sedangkan perlit terbentuk akibat campuran fasa ferit dan cementit ( $Fe_3C$ ). Bainit bawah (*Lower Bainite*) terbentuk pada temperatur 250-350°C. Terbentuknya Bainit bawah disebabkan karena suhu pembentukannya yang rendah, dan memiliki komposisi katalis yang rendah

sehingga laju difusi atom ke dalam baja juga lambat.

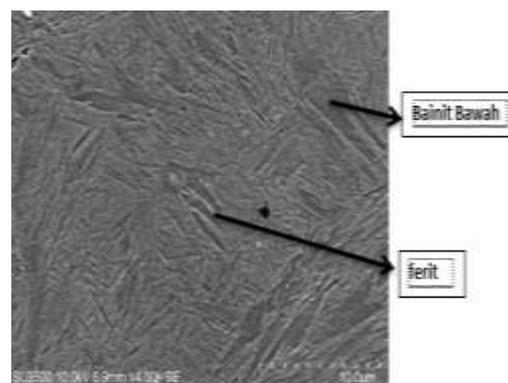
### 3.2.2 Foto Hasil Struktur Mikro Baja ST41 Dengan Komposisi Katalis 20%



Gambar 2 : Foto Hasil Struktur Mikro Baja ST41 Dengan Komposisi Katalis 20%

Pada hasil struktur mikro Baja ST41 dengan komposisi katalis 20% fasa bainit lebih dominan terlihat. Pada hasil SEM ini juga terlihat bintik-bintik hitam yang merupakan inti Fe<sub>3</sub>C. Inti Fe<sub>3</sub>C akan membentuk perlit apabila bercampur dengan fasa ferit. Skema pembentukan lamellar perlit akan terjadi apabila inti Fe<sub>3</sub>c terbentuk lempengan dan tumbuh bersama ferit ( $\alpha$ ) yang pengintiannya dimulai dari batas butirnya. Belum terbentuknya fasa perlit pada campuran katalis 20% ini menyebabkan perbandingan nilai kekerasan yang berbeda dengan komposisi katalis 10%. Penurunan nilai kekerasan campuran katalis 10% ke campuran katalis 20% adalah 27,3%

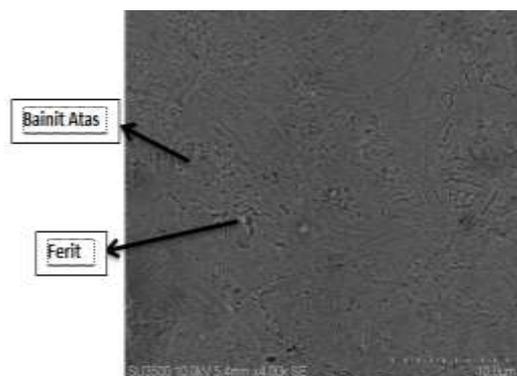
### 3.2.3 Foto Hasil Struktur Mikro Baja ST41 Dengan Komposisi Katalis 30%



Gambar 3 : Foto Hasil Struktur Mikro Baja ST41 Dengan Komposisi Katalis 30%.

Pada hasil SEM baja ST41 dengan komposisi katalis 30% terdapat 2 fasa yaitu bainit dan ferit. Pada hasil SEM ini fasa bainit terlihat lebih dominan.

### 3.2.4 Foto Hasil Struktur Mikro Baja ST41 Dengan Komposisi Katalis 40%



Gambar 4 : Foto Hasil Struktur Mikro Baja ST41 Dengan Komposisi Katalis 40%

Pada komposisi katalis 40% terjadi perbedaan fasa, dimana bainit atas lebih dominan dari fasa ferit, timbulnya fasa bainit atas di sebabkan oleh laju difusi atom yang masuk ke dalam baja. Perbedaan antara bainit atas dan bainit bawah di dasarkan pada karbida yang terdistribusi di antara daerah ferit. Laju difusi karbon selama pembentukan bainit bawah sangat lambat , sehingga atom-atom tidak dapat bergerak cukup cepat untuk

menghindari terjebaknya di dalam pertumbuhan ferit, sementara pada komposisi katalis 40% laju difusi atom sangat cepat karena tingginya persentase Katalis, laju difusi atom inilah yang menyebabkan terbentuknya fasa bainit atas.

#### 4. SIMPULAN

Spesimen uji baja karbon St41 yang diberi perlakuan karburizing dengan komposisi katalis 10% dapat menaikkan nilai kekerasan hingga 250,7% dari nilai kekerasan raw material. Penambahan katalis 20%, 30%, dan 40% tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai kekerasan baja St41 karena katalis hanya berfungsi untuk mempercepat laju difusi atom ke dalam baja.

Dengan semakin bertambahnya persentase katalis di dalam kotak karburizing hanya akan mengurangi volume karbon di dalam kotak karburizing.

Fasa bainit terlihat lebih dominan pada bagian permukaan baja karbon St41 yang telah di karburizing dengan variasi katalis 10% 20% 30% dan 40%. Pada komposisi katalis 10% terdapat fasa perlit, dimana fasa perlit tersebut terbentuk karena campuran antara fasa ferit dan sementit. Campuran antara kedua fasa inilah yang menyebabkan kenaikan yang signifikan pada campuran katalis 10%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2015. Penomoran Baja Struktural Menurut DIN 17100. <http://teknikmesinmanufaktur.blogspot.co.id/2015/02/Penomoran-baja-struktural-culture,June 2003>
- Darmanto. 2006 . Pengaruh Holding Time Terhadap Sifat Kekerasan Dengan Refining The Core Pada Proses Carburizing Material Baja Karbon Rendah. <http://jurnal.unimus.ac.id/index.php/jtm/article/view/595/647>
- Djafrie 1983. Metalurgi Mekanik, Terjemahan dari Mechanical Metallurgy, Erlangga Jakarta.
- Djaprie, S., 1983, Ilmu dan Teknologi Bahan. Erlangga, Jakarta.
- Eko, J.A., 2006. Pengaruh Media Karburasi dan Bahan Kimia Aktif Terhadap Kekerasan Cangkul, skripsi S1 teknik mesin FT, UNS, Surakarta.
- Faqih Hidayatulloh. 2005. Pengaruh Ketebalan Media Karburasi Pada Proses Pack Carburizing Terhadap Nilai Kekerasan Baja Karbon Rendah Ditelusuri 3 Desember 2017. <https://divpenhmtmulum.files.wordpress.com/2017/01/faqih-h-h1f113201>.
- Jensen dan Chenoweth. 1992, Kekuatan Bahan Terapan. Erlangga. Jakarta.
- Lathkin, Y. 1965. Engineering Physical Metallurgy, Foreign Language Publishing House. Moscow.
- Malau, V. 1999 Pengetahuan Bahan Teknik dan Manufaktur. Universitas Sanata Dharma, Diktat Bahan S1; p 17. Yogyakarta
- Masyrukan , 2006. Penelitian Sifat Fisis Dan Mekanis Baja Karbon Rendah Akibat Pengaruh Proses pengorbanan Dari Arang Kayu Jati. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Muhammad Iqbal. Pengaruh Temperatur Terhadap Sifat Mekanis Pada Proses

- Pengkarbonan Padat Baja Karbon Rendah. Ditelusuri 4 Desember 2017.
- <https://media.neliti.com/media/publications/221797-pengaruh-temperatur-terhadap-sifat-mekan.pdf>
- Muhammad Sadat Hamzah. Peningkatan Ketahanan Aus Baja Karbon Rendah Dengan Metode Carburizing. Ditelusuri 4 Desember 2017.
- <https://media.neliti.com/media/publications/222254-peningkatan-ketahanan-aus-baja-karbon-re.pdf>
- Shackelford James, 1996. Introduction to materials Science for Engineers, Fourth edition, Prentice Hall International Inc.
- Schonmetz A. Dan Gruber K. 1994. Pengetahuan Bahan dalam Pengerjaan Logam (Alih Bahasa : Dip-Ing. Eddy D
- Murdani, A. Nurcahyat. Viyus, Sujatmiko, A. 2012 Modul Ajar Praktek Uji Bahan Teknik, Politeknik Negeri Malang: Malang
- Murtiono Arief. Pengaruh Quenching Dan Tempering Terhadap Kekerasan dan Kekuatan Tarik Serta struktur Mikro Baja Karbon Sedaang Untuk Mata Pisau pemanen sawit. Ditelusuri 3 Desember 2017.
- <http://jurnal.usus.ac.id/index.php/edinamis/article/download/2635/1334>.
- Hardjapamekas). Bandung: Penerbit Angkasa.
- Yudiono, H. 2005, Metalurgi Fisik. Diktat. Semarang: Jurusan Teknik Mesin. UNWAHAS.