

# ANALISIS KEMAMPUAN BAHAN ST 37 DAN SCM 440 UNTUK DIKERASKAN PADA PRODUK GEAR

Agus Suprpto<sup>1</sup> dan Ali Mokhtar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitas Merdeka Malang

<sup>2</sup> Program Profesi Insinyur, Universitas Muhammadiyah Malang, Jl. Raya Tlogomas 246 Malang

Kontak Person:

Agus Suprpto

Universitas Merdeka Malang, Jl. Terusan Dieng 62-64 Malang

E-mail: agussuprpto@yahoo.com

## Abstrak

Masalah dalam pemilihan bahan dan pemilihan proses produksi di industri kecil/UMKM masih belum efisien sehingga harga produk menjadi mahal, khususnya industri kecil yang memproduksi gear masih konvensional. Keausan gear sering terjadi karena gesekan, biasanya diatasi dengan memilih bahan yang keras sehingga tahan aus, untuk memperoleh sifat bahan yang keras diperlukan proses pack carburizing. Proses pengerasan tersebut belum optimal sehingga masih bisa ditingkatkan lagi dengan proses cryogenic treatment, yang dapat merubah austenite sisa menjadi martensit sehingga terjadi peningkatan kekerasan. Dalam penelitian ini menganalisis sejauhmana kemampuan bahan baja karbon rendah, ST 37 dan baja karbon sedang dengan paduan chromium dan molibdenum SCM 440 untuk dikeraskan dengan proses pack carburizing dan cryogenic treatment. Kemampuan bahan ST 37 hasil pack carburizing dengan cryogenic treatment dapat dikeraskan sebesar 73 %, sedangkan bahan SCM 440 hasil pack carburizing dengan cryogenic treatment dapat dikeraskan sebesar 10 %.

**Kata kunci** : 1. Kekerasan, 2. Keausan, 3. Baja karbon, 4. Pack Carburizing, 5. Cryogenic treatment,

## 1. Pendahuluan

Beberapa industri kecil atau UMKM dalam menjalankan usahanya membuat produk gear masih konvensional sehingga kualitas produknya rendah karena dalam pemilihan bahan dan pemilihan proses produksi masih belum efisien. Hal ini dikarenakan pengetahuan mereka masih terbatas sehingga proses pembuatannya satu persatu. Pada umumnya menggunakan baja karbon sedang dengan paduan chromium dan molibdenum (SCM 440) yang harganya lebih mahal dibandingkan dengan baja karbon rendah (ST 37) sehingga biaya produk menjadi mahal. Untuk itu dalam merencanakan dan membuat produk gear (Gambar 2 dan Tabel 1) harus memperhatikan proses produksi secara massal (gambar 1.5) sehingga bisa ditekan waktunya dan penghematan energi/listrik sehingga harga produk menjadi murah, apa lagi bisa memilih bahan yang murah tapi kualitas produknya bisa ditingkatkan dengan memberikan treatment yang sederhana sehingga kualitas produknya bisa bersaing dengan kualitas produk gear original memiliki kekerasan 89 HRA maupun gear KW dengan kekerasan 88 HRA [1] Baja karbon rendah tidak dapat dikeraskan dengan quenching, tapi dengan menggunakan proses carburizing dapat meningkatkan kekerasan pada permukaan gigi gear, namun dalam prosesnya body gear harus ditutup dengan fixture (Gambar 3-5) agar tidak terkena pengerasan permukaan sehingga sifat yang kuat dan tangguh masih bisa dipertahankan untuk meneruskan daya, sedangkan permukaan gigi gear sifatnya menjadi keras sehingga tahan gesekan dan tahan aus. Untuk itu pemilihan bahan dan proses pembuatan gear menjadi kunci untuk mengatasi masalah keausan, yang sangat erat berkaitan dengan kekerasan, bahan yang mempunyai sifat keras akan tahan aus dan tahan gesek. Penelitian [2] menunjukkan bahwa hasil proses pack carburizing bahan ST 37 dapat meningkatkan kekerasan sebesar 43 %, dan proses cryogenic treatment yang dilakukan pada bahan FCD 450 menunjukkan terjadinya peningkatan kekerasan sebesar 9 %. Kemampuan bahan ADI (Suprpto A. et al, 2015) untuk dikeraskan dengan cryogenic treatment sebesar 42 %, sedangkan untuk bahan MDI [3] dapat dikeraskan sebesar 9 %.

Menindaklanjuti penelitian sebelumnya David [2] dan Suprpto A. et al, [3, 4] dalam penelitian ini menganalisis kemampuan bahan ST 37 dan SCM 440 untuk dikeraskan dengan proses pack carburizing dan cryogenic treatment pada produk gear.

## 2. Metode Penelitian



**Gambar 1.** Diagram alir pembuatan gear

Beberapa tahapan sebagai berikut :

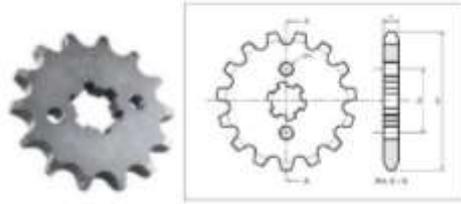
**Tabel 1.** Tahapan Pembuatan Gear

No	Tahapan
1	Bahan ST 37 dan SCM 440 (Gambar 1.1)
2	Kondisi sebelum di hobbing (Gambar 1.2)
3	Proses pembuatan gear dengan Hobbing (Gambar 1.3)
4	Proses drilling (Gambar 1.4)
5	Produk gear semi jadi (Gambar 1.5)
6	Pengukuran gear (Gambar 1.6)
7	Produk gear dilengkapi dengan Fixture untuk menutup body gear dimasukkan dalam box dengan media karbon aktif dari limbah tempurung kelapa, untuk proses Pack Carburizing pada temperatur 9000C dengan variasi holding 1 jam; 2 jam dan 3 jam (Gambar 1.7)
8	Proses quenching dalam air (Gambar 1.8)
9	Cryogenic treatment dalam nitrogen cair dengan variasi soaking 2 jam, 24 jam dan 48 jam (Gambar 1.9)
10	Pengukuran kekerasan pada permukaan (Gambar 1.10)
11	Pengolahan data
12	Analisis data

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Gear

Produk gear hasil proses hobbing dapat dilihat pada Gambar 2 dengan spesifikasi pada Tabel 2



**Gambar 2.** Produk Gear

**Tabel 2.** Spesifikasi Gear

Spesifikasi Teknik	Jumlah Gigi	15
	Dia. Luar = 65 mm	65 mm
	Dia. Spline Dalam	14 mm
	Dia. Spline Luar	18 mm
	Jumlah gigi spline	6
	Tebal	7 mm
	Modul gigi	2
	Connecting	M6 Bolt
Material Dasar	Standar SIN17100 dengan kekuatan Tarik 37 kg/mm <sup>2</sup> atau setara dengan 350 s.d 360 N/mm <sup>2</sup> dengan tingkat kekerasan permukaan sekitar 105-125 HB	
Manufacturing Process	Desain – Lathe – Hobbing – Drilling – Pressing – Hardening – Quencing – Cryogenic – Finishing – QC - Packaging	
Aplikasi	Honda Supra Fit ; Supra X Suzuki Smash Yamaha Vega	

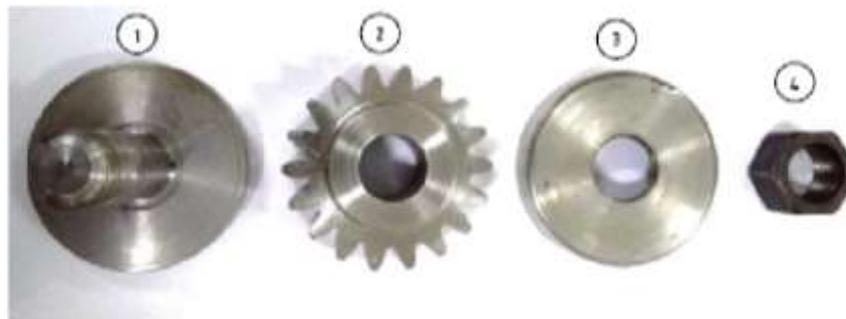
### 3.2 Gear Fixture



Gambar 3. Assembly real gear fixture posisi horizontal



Gambar 4. Assembly real gear fixture posisi horizontal



Gambar 5. Real component gear fixture

#### SPESIFIKASI TEKNIS

Parameter	Dimensi	Satuan	Material
1. Plate stand rod	: Plate $\varnothing 60 \times 8$ - stand rod $\varnothing 10 \times 15$	(mm)	Steel
2. Spur gear	: tooth M3 x T10 - $\varnothing 60 \times 10$ - naf $\varnothing 36 \times 10$	(mm)	SCM 440
3. Closed Plate	: $\varnothing 60 \times 15$	(mm)	Steel
4. Nut	: M16	(mm)	Standar

**Tabel 3.** Hasil *Cryogenic Treatment* dengan variasi *soaking* 2 jam; 24 jam; 48 jam pada bahan ST 37 hasil proses *Pack Carburizing* pada temperature  $900^{\circ}\text{C}$  dengan variasi *holding* 1 jam; 2 jam dan 3 jam.

No	Kondisi	Kekerasan HRA		
		1 jam	2 jam	3 jam
1	<i>Untreated</i> , bahan ST 37	56,0		
2	Bahan ST 37 hasil proses <i>Pack Carburizing</i> pada temperatur $900^{\circ}\text{C}$ dengan variasi <i>holding</i> 1 jam; 2 jam dan 3 jam	86,35	94,75	93,3
3	Bahan ST 37 hasil proses <i>Pack Carburizing</i> , dilanjutkan dengan <i>Cryogenic Treatment</i> , pendinginan pada nitrogen cair, <i>soaking</i> 2 jam.	93,2	95,85	96,9
4	Bahan ST 37 hasil proses <i>Pack Carburizing</i> , dilanjutkan dengan <i>Cryogenic Treatment</i> , pendinginan pada nitrogen cair, <i>soaking</i> 24 jam.	95,05	96,35	96,60
5	Bahan ST 37 hasil proses <i>Pack Carburizing</i> , dilanjutkan dengan <i>Cryogenic Treatment</i> , pendinginan pada nitrogen cair, <i>soaking</i> 48 jam.	95,6	97,1	96,75

Untuk bahan baja karbon rendah ST 37. Baja tersebut tidak bisa di *quenching* karena kandungan carbonnya sangat rendah, sehingga untuk meningkatkan kekerasan menggunakan proses *carburizing*. Baja ST 37 dimasukkan dalam box dengan media carbon aktif dari limbah tempurung kelapa, box tersebut dimasukkan dalam *furnace*, dan dipanaskan sampai temperatur 900°C dengan variasi *holding* 1 jam; 2 jam dan 3 jam, kemudian di celup cepat pada air sampai pada temperatur kamar. Hasil *pack carburizing* menunjukkan terjadi peningkatan kekerasan sebesar 54 % untuk *holding* 1 jam dari 56 HRA menjadi 86,35 HRA sedangkan waktu *holding* 2 jam peningkatan kekerasannya lebih besar lagi, yaitu 69 % dari 56 HRA menjadi 94,75 HRA sedang *holding* 3 jam peningkatan kekerasannya 67% dari 56 HRA menjadi 93,3 HRA turun sedikit dibanding dengan *holding* 2 jam (Tabel 3). Hasil *pack carburizing* ditindaklanjuti dengan proses *cryogenic treatment*, dimasukan dalam nitrogen cair pada temperature -190° C dengan variasi *soaking* 2 jam, 24 jam dan 48 jam. Hasil *Cryogenic Treatment* dengan waktu *soaking* 2 jam menunjukkan terjadi peningkatan kekerasan sebesar 8 % , dengan waktu *soaking* 24 jam meningkat sebesar 10 % , untuk *soaking* 48 jam kekerasannya meningkat 11 % (Tabel 3) dari *pack carburizing* dengan *holding* 1 jam (86,35 HRA). Dengan lamanya waktu *holding* pada proses *carburizing* dan waktu *soaking* dalam nitrogen cair mempengaruhi kemampuan bahan ST 37 untuk dikeraskan (Tabel 3). Kekerasan tertinggi 97,1 HRA diperoleh dari hasil *pack carburizing* dengan *holding* 2 jam, dilanjutkan dengan proses *cryogenic treatment* dengan *soaking* 48 jam, terjadi peningkatan kekerasan sebesar 73 % dibanding dengan *base metal*, meningkat 2,5 % dari hasil *pack carburizing*.

**Tabel 4.** Hasil *Cryogenic Treatment* dengan *soaking* 2 jam pada bahan SCM 440 hasil proses *Pack Carburizing* pada temperatur 950°C dengan *holding* 2 jam

No	Kondisi	Kekerasan HRA
1	<i>Untreated</i> , bahan SCM 440	84,17
2	Bahan SCM 440 hasil proses <i>Pack Carburizing</i> pada temperatur 950°C dengan <i>holding</i> 2 jam	88,56
3	Bahan SCM 440 hasil proses <i>Pack Carburizing</i> , dilanjutkan dengan <i>Cryogenic Treatment</i> , pendinginan pada nitrogen cair, <i>soaking</i> 2 jam.	92,72

Hasil proses *Pack Carburizing* bahan baja karbon sedang dengan paduan chromium dan molibdenum SCM 440 pada temperatur 950°C dengan *holding* 2 jam menunjukkan peningkatan sebesar 5 % dibanding dengan *base metal* dari 84,17 HRA menjadi 88,56 HRA. Sedangkan hasil proses *pack carburizing* dengan *holding* 2 jam, dilanjutkan dengan proses *cryogenic treatment* dengan *soaking* 48 jam menunjukkan kekerasannya meningkat 10 % dari *base metal* 84,17 HRA menjadi 92,72 HRA, meningkat 5 % dari hasil *pack carburizing* (Tabel 3). Kemampuan bahan SCM 440 untuk dikeraskan (10 %) lebih kecil dibanding dengan bahan baja ST 37 (73 %). Sedangkan kemampuan bahan SCM 440 hasil *pack carburizing* untuk dikeraskan dengan *cryogenic treatment* (5 %) lebih besar 2 x dibandingkan dengan bahan ST 37 (2,5 %).

Kemampuan bahan SCM 440 hasil *pack carburizing* untuk dikeraskan dengan *cryogenic treatment* sebesar 5 %, lebih besar 2 x dibandingkan dengan bahan ST 37 sebesar 2,5 %.

#### 4. Kesimpulan

Kemampuan bahan ST 37 untuk dikeraskan dengan *pack carburizing* sebesar 69 % (93 HRA) dibanding dengan *base metal* (56 HRA), dengan *cryogenic treatment* meningkat 2,5 % dari hasil *pack carburizing* menjadi 97,1 HRA atau meningkat 73 % dari *base metal*. Kemampuan bahan SCM 440 untuk dikeraskan dengan *pack carburizing* sebesar 5 % dibanding dengan *base metal* dari 84,17 HRA menjadi 88,56 HRA., dengan *cryogenic treatment* meningkat 5 % dari hasil *pack carburizing* menjadi 92,72 HRA atau meningkat 10 % dari *base metal*. Kekerasan gear dari bahan baja karbon rendah ST 37 hasil *pack carburizing* dengan *cryogenic treatment* sebesar 97,1 HRA, lebih tinggi 9 % dibandingkan dengan *gear original* 89 HRA. *Gear original* kekerasannya sama dengan baja karbon sedang SCM 440 hasil *pack carburizing*

## Referensi

- [1] I. Pangestu, A. Suprpto, and I. Widyastuti, "Analisis Nilai Kekerasan Pada Baja ST37 Pasca Proses Pack Carburizing Sebagai Material Dasar Sprocket," in *Seminar Nasional Teknologi Fakultas Teknik 2020*, 2021.
- [2] D. S. Hartanto, A. Suprpto, and I. Widyastuti, "ANALISA VARIASI WAKTU PENAHANAN KARBURISASI DAN PERLAKUAN CRYOGENIC TERHADAP SIFAT MEKANIS BAJA ST37," *TRANSMISI*, vol. 16, pp. 56-64, 2020.
- [3] A. Suprpto, A. Iswantoko, and I. Widyastuti, "Pengaruh Cryogenic Treatment Terhadap Karakteristik Keausan MDI (Martemper Ductile Iron)," 2016.
- [4] A. Suprpto, A. Iswantoko, and I. Widyastuti, "The Impact of Cryogenic Treatment and Temper to Wear Resistance of MDI (Martemper Ductile Iron)," *International Journal of Applied Engineering Research*, vol. 12, pp. 331-335, 2017.