

# Analisis Nilai Kekerasan Pada Baja ST37 Pasca Proses *Pack Carburizing* Sebagai Material Dasar *Sprocket*

Ilham Pangestu<sup>1</sup>, Agus Suprpto<sup>2</sup>, Ike Widyastuti<sup>3\*</sup>

<sup>1,3</sup> Jurusan Teknik Mesin Universitas Merdeka Malang  
Jalan Taman Agung 1 Malang Jawa Timur Indonesia

<sup>1</sup>ilham.pangestu@student.unmer.ac.id

<sup>3\*</sup>penulis3@unmer.ac.id

*Abstrak*— Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh proses *pack carburizing* dengan penambahan proses lanjutan *cryogenic* dengan raw material ST37 sebagai material dasar pembuatan *sprocket*. Juga mencari perbandingan nilai kekerasan *sprocket* original, Kw 1, dan Kw 2 dari sepeda motor. Proses penelitian dilakukan dengan lebih dulu melakukan proses *carburizing* terhadap baja ST37 dengan metode *pack carburizing* dengan suhu 900°C selama 2 jam, kemudian memberikan perlakuan *cryogenic* dengan mencelupkan pada Nitrogen cair selama 2 jam. Selanjutnya di lakukan uji kekerasan menggunakan metode Rockwell skala A pada permukaan spesimen baik baja ST37 maupun ketiga *sprocket* yang sudah ditentukan. Pada *sprocket* yang diteliti dilakukan pula pengamatan stuktur mikro untuk melihat ketebalan lapisan case hardeningnya serta membandingkannya satu sama lain. Dari kedua proses pengujian yang dilakukan mendapatkan hasil antara lain, baja ST37 mendapat nilai kekerasan paling tinggi sebesar 93 HRA dibandingkan *sprocket* original yang hanya sebesar 89 HRA, Kw 1 sebesar 88 HRA dan juga Kw 2 sebesar 92 HRA. Untuk hasil dari pengamatan ketebalan lapisan menggunakan pengamatan struktur mikro dapat disimpulkan bahwa *sprocket* yang memiliki lapisan paling tebal adalah *sprocket* original dengan nilai ketebalan 35,140  $\mu\text{m}$ , dibandingkan dengan *sprocket* lain yang hanya 8,914  $\mu\text{m}$  dari *sprocket* Kw 1 dan Kw 2 sebesar 7,583  $\mu\text{m}$ .

*Kata kunci*— *Pack Carburizing*, *Cryogenic*, ST37, *Sprocket*, Rockwell, Stuktur Mikro.

*Abstract*— This research aims to find out the effect of the carburizing pack process with the addition of advanced cryogenic processes with raw material ST37 as the basic material of sprocket making. Also look for comparisons of the original sprocket, Kw 1, and Kw 2 hardness values of motorcycles. The research process was carried out by carburizing the ST37 steel with a pack carburizing method with a temperature of 900°C for 2 hours, then providing cryogenic treatment by dipping in liquid Nitrogen for 2 hours. Furthermore, the hardness test was conducted using the A-scale Rockwell method on the specimen surface of both the ST37 steel and the three designated sprockets. In the sprocket studied, micro-structure observations were observed to see the thickness of the hardening case layer and compare it with each other. From both testing processes, st37 steel received the highest hardness score of 93 HRA compared to the original sprocket which was only 89 HRA, Kw 1 by 88 HRA and also Kw 2 for 92 HRA. For the result of observation of layer thickness using microstruction observation it can be concluded that the sprocket that has the thickest layer is the original sprocket with a thickness value of 35,140  $\mu\text{m}$ , compared to other sprockets which are only 8,914  $\mu\text{m}$  of sprocket Kw 1 and Kw 2 of 7,583  $\mu\text{m}$ .

*Keywords*— *Pack Carburizing*, *Cryogenic*, ST37, *Sprocket*, Rockwell, Micro-Structure.

## I. PENDAHULUAN

### 1) Latar Belakang

Baja merupakan meterial yang sering kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari. Dalam jenisnya ada beberapa jenis salah satunya ialah baja karbon rendah dimana dikelompokkan berdasarkan kadar karbon yang tekandung. Untuk baja karbon rendah, kadar karbon yang terkandung hanya kurang dari 2%. Maka dalam aplikasinya sebagai material dasar komponen mesin perlu dilakukan pengerasan setelah proses pengerjaan mesin. Baja karbon rendah yang sering digunakan dalam industri pembuatan komponen mesin adalah baja ST37 mengingat harga dan persediaan yang cukup untuk memenuhi kebutuhan.

Baja ST37 dalam hal ini difungsikan sebagai material dasar pembuatan *sprocket* yang kemudian diberikan perlakuan panas (Heat Treatment) baik secara menyeluruh maupun permukaan saja (Surface Treatment). Baja ST37 memiliki keuletan yang tinggi, jika dilakukan perlakuan panas pada permukaannya dalam hal ini karburasi/carburizing maka akan didapatkan baja dengan kekerasan luar yang tinggi namun tetap memiliki keuletan dibagian dalam sehingga tahan aus namun tidak mudah patah. Ini dilakukan untuk meningkatkan sifat material dasar, agar sesuai dengan sifat yang dibutuhkan dari suku cadang itu sendiri ketika difungsikan sebagai komponen pendukung kendaraan bermotor. Memingat *sporcket* mengalami gaya gesek yang tinggi di permukaan terutama pada gigi-giginya namun harus kuat apabila dibebani oleh putaran poros dan roda.

Hal tersebut diatas didukung dengan beberapa penelitian sebelumnya, seperti dalam jurnal “Analisa Variasi Waktu Penahanan Karburisasi Dan Perlakuan Cryogenic Terhadap Sifat Mekanis Baja ST37” oleh David Satya (2020) menyatakan semakin lama waktu penahanan proses karburasi pada baja ST37 maka akan semakin banyak karbon yang berdifusi sehingga nilai kekerasan semakin meningkat, dengan hasil pada penahanan 90 menit + cryogenic 2 jam harga kekerasannya 80,45 HRA. Sementara dalam jurnal penelitian Dewa (2015) dengan judul “*Pack Carburizing* Baja Karbon Rendah” menjelaskan bahwa adanya peningkatan kekerasan pada raw material baja karbon rendah dengan nilai 183,60 HV1 menjadi 368,46 HV1 setelah diberikan perlakuan pack carburizing. Tentu ini menjadi pandangan dasar sebagai rujukan penelitian ini dimana perlakuan panas carburizing mampu meningkatkan kadar karbon dalam baja dengan karbon rendah yang hanya sekitar 0.3%, hingga nilai kekerasannya meningkat lebih dari 100% dari nilai awal. Penelitian Richard (2018) juga mengungkapkan carburizing dengan *potassium hexacyanoferrat* sebagai karbon cair mampu meningkatkan kekerasan sprocket imitasi, dan diperoleh nilai kekerasan tertinggi apabila waktu penahanan 45 menit yaitu 106,48 HRB pada *sprocket* imitasi hitam juga 102,90 HRB.

Baja merupakan material teknik yang berasal dari unsur paduan dengan unsur dasar besi (Fe). Secara sekilas memang tidak terlalu jauh kelihatan perbedaan diantara besi dan juga baja yang membedakan dari segi unsur adalah kadar karbon yang terkandung di dalamnya. Pada baja kadar karbon tidak lebih dari 2%, selebihnya termasuk besi. Kadar karbon dalam baja ini mempengaruhi kekerasannya dimana semakin tinggi kadar karbon yang terkandung maka akan semakin tinggi kekerasan yang dimiliki. Maka dalam kebutuhan tertentu ada proses perlakuan panas tertentu untuk meningkatkan ataupun menurunkan kadar karbon yang

dikandung dengan tujuan tertentu pula. Perlakuan panas sendiri merupakan cara memberikan panas dan proses khusus untuk mencapai sifat material yang diperlukan, contoh dalam baja ada *carburizing*.

Pada logam baja biasanya dalam memperoleh sifat tertentu perlu dilakukan proses khusus pada material tersebut, tahapan ini dilakukan dengan pemanasan pada suhu dan waktu tertentu juga sebagian atau keseluruhan bagian material yang sering disebut *Heat Treatment*. Perlakuan panas yang akan dilakukan pada penelitian ini ialah *carburizing* dengan metode *pack carburizing* dimana benda kerja dimasukkan pada wadah logam dan diisi penuh arang sebagai sumber karbon, ditutup rapat kemudian dipanaskan hingga suhu 900°C selama 2 jam selanjutnya di-*quenching* atau didinginkan secara cepat dengan media air.

*Sprocket* merupakan suatu komponen penggerak dalam kendaraan bermotor yang berbentuk lingkaran pipih dengan tepi bergigi dan berpasangan dengan rantai roll sebagai penghubungnya, dapat dijumpai dibanyak kendaraan bermotor roda dua. Fungsi dari komponen ini adalah meneruskan daya yang dihasilkan dari mesin kendaraan menuju roda sehingga kendaraan tersebut dapat melaju. Dalam mekanisme kerjanya gigi-gigi pada sprocket berputar mengikuti putaran porosnya serta dalam waktu yang sama putaran tersebut menarik rantai roll untuk berputar dan menggerakkan *sprocket* belakang. Hal tersebut menimbulkan gesekan antara *sprocket* dengan rantai maka pada sisi yang bersinggungan perlu diberikan perlakuan khusus untuk mencegah proses keausan yang terjadi karena gesekan tersebut, untuk itu dalam penelitian ini ada proses *pack carburizing*.



Gambar 1. *Sprocket* depan sepeda motor

Riset ini dilakukan dengan tujuan untuk mencari data secara kuantitatif dengan pengujian kekerasan sehingga dapat diambil kesimpulan secara faktual bahwa ada pengaruh dalam proses *pack carburizing* yang dilakukan terhadap baja karbon rendah ST37. Sebagai

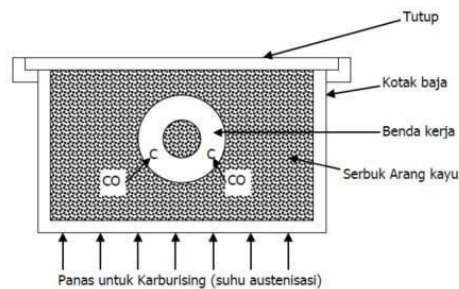
pembandingan lain dimana baja ST37 dimaksudkan untuk menjadi *raw material* dari *sprocket* maka diambil sampel serupa yaitu *sprocket* dari sepeda motor Honda Supra Fit dengan kualitas Original, Kw 1, dan Kw 2.

## II. METODE

Material yang diteliti dalam riset ini ialah baja karbon rendah dengan kode ST37 yang sudah dipotong agar mempermudah dalam proses pengujian kekerasan, serta sprocket yang dipilih menjadi pembandingan dalam pengujian juga dipotong pada ujung gigi supaya dapat diuji kekerasan permukaannya.



Gambar 2. Gigi *sprocket* yang sudah dipotong sebagai spesimen uji



Gambar 3. Proses *pack carburizing*

Untuk material baja ST37 dimasukkan dalam kotak baja dengan dipenuhi arang dari batok kelapa dan ditutup rapat kemudian diberi perlakuan panas *pack carburizing* pada dapur pemanas dengan suhu konstan  $900^{\circ}\text{C}$  dengan suhu penahanan 2 jam lalu di *quenching* dengan pendingin air, selanjutnya diberikan perlakuan *cryogenic* dengan dicelupkan pada nitrogen cair selama 2 jam. Sedangkan untuk *sprocket* Honda Supra Fit yang lain dengan kualitas original, Kw 1 dan Kw 2 tidak di berikan perlakuan apapun dikarenakan secara proses

pembuatan sudah diberi *treatment* khusus seperti *case hardening*. Sehingga perbandingan pengujian kekerasan permukaan yang dilakukan pada material sama-sama pada sisi yang sudah mengalami proses *case hardening* terkhusus *carburizing*. Metode selanjutnya untuk mengambil data secara kuantitatif dilakukan uji kekerasan Rockwell dengan skala A beban pengujian sebesar 60 kg serta indentor intan atau diamond.

Selain dengan uji kekerasan menggunakan Rockwell skala A dilakukan juga proses pengamatan struktur mikro terhadap spesimen uji yang sudah dipotong pada bagian gigi sprocket. Ini dilakukan dengan tujuan melihat ketebalan lapisan hasil *case hardening* yang terbentuk pada permukaan *sprocket*. Mengingat proses pengerjaan pemesinan pada sprocket ada tahapan pengerasan permukaan yaitu *pack carburizing*. Perlu adanya persiapan sebelum dilakukannya pengamatan struktur sesuai dengan langkah yang dianjurkan. Adapun langkahnya antara lain yaitu pemotongan bagian yang diuji, dilanjutkan peresinan apabila spesimen kecil maka sulit untuk dipegang langsung, kemudian diampelas sampai halus dan dipoles, hingga terakhir dietsa dengan larutan Asam Nitrat (HNO<sub>3</sub>). Maka dengan langkah yang sudah dilalui tadi pengamatan dengan mikroskop akan memperlihatkan struktur mikro dari spesimen.

### III. HASIL

Hasil uji kekerasan baja ST37 dengan ketiga *sprocket* pembanding pada tabel dibawah ini:

	KEKERASAN SPROCKET (HRA)			
	ORIGINAL DEPAN	KW 1 DEPAN	KW 2 DEPAN	ST37
	88.5	80.5	81.5	92
	88.5	82.5	86.5	92
	89	82.5	87.5	92
	89	88	88.5	95
	91.5	89.5	92	94
RATA-RATA	89	88	92	93

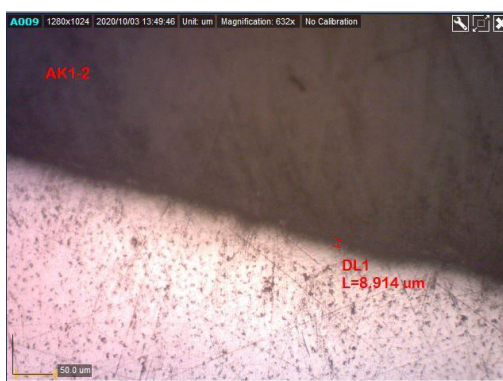
Tabel 1. Tabel kekerasan *Sprocket* skala HRA

Dari data dapat dilihat bahwa nilai kekerasan rata-rata *sprocket* original adalah sebesar 89 HRA, untuk nilai kekerasan rata-rata *sprocket* Kw 1 sebesar 88 HRA juga dapat dilihat untuk *sprocket* Kw 2 memiliki nilai kekerasn sebesar 92. Sedangkan jika dilihat lebih lanjut *sprocket* dengan raw material ST37 memiliki kekerasan sebesar 93 HRA.

Hasil dari pengamatan struktur mikro yang dilakukan pada spesimen uji menggunakan mikroskop ada pada gambar 4,5, dan 6 berikut ini.



Gambar 4. Foto struktur mikro spesimen sprocket original depan



Gambar 5. Foto struktur mikro spesimen sprocket Kw 1 depan



Gambar 6. Foto struktur mikro spesimen sprocket Kw 2 depan



Gambar 7. Foto struktur mikro spesimen baja ST37

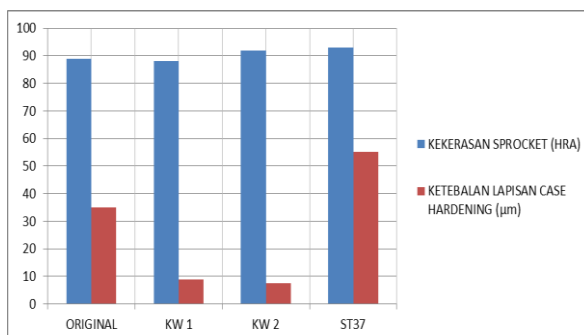
KETEBALAN LAPISAN CASE HARDENING ( $\mu\text{m}$ )			
ORIGINAL	KW 1	KW 2	ST37
35,14	8,914	7,583	55,177

Tabel 2. Tabel ketebalan lapisan hasil *Case Hardening*

Tabel 2 menunjukkan ketebalan lapisan hasil *case hardening* dari *sprocket* original bagian depan dengan ukuran sebesar 35,140  $\mu\text{m}$ , *sprocket* Kw 1 bagian depan dengan ketebalan sebesar 8,914  $\mu\text{m}$ . Serta ketebalan dari lapisan *case hardening sprocket* Kw 2 sebesar 7,583  $\mu\text{m}$ .

#### IV. PEMBAHASAN

Dari penelitian diatas dapat ditarik grafik hubungan antara kekerasan dengan ketebalan lapisan yang terbentuk, seperti berikut:



Grafik 1. Grafik batang kekerasan dan ketebalan lapisan hasil *Case Hardening*

Menilik hal tersebut diatas perlu dijabarkan terkait dengan hasil dari proses penelitian yang sudah dilakukan. Dilihat dari hasil penelitian yang sudah disajikan dalam tabel diatas, menunjukkan bahwa besaran nilai kekerasan yang paling tinggi justru pada baja ST37 dengan nilai 93 HRA apabila dibandingkan dengan nilai kekerasan pada ketiga *sprocket*. Ini berkesinambungan dengan teori proses perlakuan *carburizing* dimana pada suhu pemanasan antara 850°C-950°C saat *holding time* akan membuka pori-pori baja sehingga karbon yang ada bisa masuk memenuhi lapisan luar sehingga terbentuk lapisan luar yang keras. Selain hal tersebut grafik juga memperlihatkan lapisan luar yang lebih tebal sebesar 55,177  $\mu\text{m}$  dari ST37 dibandingkan dengan *sprocket* lain yang menunjukkan lapisan original 35,140  $\mu\text{m}$ , Kw 1 hanya sebesar 8,914  $\mu\text{m}$  dan Kw 2 sebesar 7,583  $\mu\text{m}$ .

## V. KESIMPULAN

Dari uraian data pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa baja ST37 dengan penambahan treatmen *pack carburizing* menghasilkan nilai kekerasan rata-rata 93 HRA merupakan nilai paling tinggi dibanding kekerasan dari sprocket original yang hanya sebesar 89 HRA, Kw 1 sebesar 88 HRA, dan juga Kw 2 sebesar 92 HRA. Hal ini juga menunjukkan bahwa label tidak selalu mempengaruhi kualitas atas dasar bahwa sprocket original dengan nilai kekerasan 89 HRA justru lebih rendah dibandingkan *sprocket* Kw 2 yang memiliki nilai sebesar 92 HRA.

Untuk hasil dari pengamatan ketebalan lapisan menggunakan pengamatan struktur mikro dapat disimpulkan bahwa *sprocket* yang memiliki lapisan paling tebal adalah *sprocket* ST37 dengan nilai ketebalan 55,117  $\mu\text{m}$ , dibandingkan dengan *sprocket* lain yang hanya 35,140  $\mu\text{m}$  dari *sprocket* original, 8,914  $\mu\text{m}$  dari *sprocket* Kw 1 dan Kw 2 sebesar 7,583  $\mu\text{m}$ .

Hubungan antara ketebalan dengan kekerasan adalah berbanding lurus sebagaimana diperlihatkan pada grafik 1 diatas. Dari grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin tebal lapisan hasil karburasi maka kekerasan permukaan yang dimiliki suatu baja akan semakin tinggi nilainya.

## REFERENSI

- [1] Available: <http://beritans.com/2019/01/09/otoritas-baru-transportasi-di-jabodetabek-sejauh-mana-urgensinya/>.
- [2] N. Dewa, dan M. I Dewa, "Pack Carburizing Baja Karbon Rendah", Jurnal Energi dan Manufaktur Vol.7, No.1, April 2015.
- [3] M. Richard, dalam skripsi berjudul "Peningkatan Kekerasan *Sprocket* Imitasi Melalui Proses Karburasi Cair Dengan Suhu 850°C", Yogyakarta, 2018.
- [4] David Satya Hartanto, Agus Suprpto, Ike Widyastuti (2020)" Analisa Variasi Waktu Penahanan Karburisasi Dan Perlakuan Cryogenic Terhadap Sifat Mekanis Baja St37", TRANSMISI, Vol-16 Edisi-1/ Hal.56-64