

## PEMANFAATAN HEAT TREATMENT SEDERHANA UNTUK MENINGKATKAN KEKUATAN DAN KEKERASAN RODA GIGI MOTOR PADA USAHA BENGKEL MOTOR DI DESA TIMBANGAN KECAMATAN INDERALAYA KABUPATEN OGAN ILIR

I. Thamrin<sup>1</sup>, A. Arifin<sup>1</sup>, Gunawan<sup>1</sup> dan M. Yanis<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Teknik Mesin, Universitas Sriwijaya, Palembang  
Corresponding author: ismailthamrin@ft.unsri.ac.id

**ABSTRAK:** Proses perlakuan panas dan pengerasan permukaan pada logam/roda gigi dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan nilai kekuatan tarik dan kekerasan pada roda gigi. Perlakuan panas ini dengan jalan memanaskan roda gigi tersebut hingga menjadi merah, kemudian secara tiba-tiba dicelupkan ke dalam media pendingin. Hal tersebut mendorong Tim PPM Jurusan Teknik Mesin untuk memberikan penyuluhan cara perlakuan panas tersebut dan menganalisa kekuatan tarik sebelum dan sesudah roda gigi tersebut mengalami perlakuan panas kepada masyarakat dan pemilik bengkel motor kecil/ sederhana di desa Timbangan, Kecamatan Inderalaya. Dari pengujian dan analisa yang dilakukan, didapat adanya peningkatan nilai kekuatan tarik, kekuatan luluh dan kekuatan patah pada roda gigi imitasi baik yang sudah mengalami perlakuan panas (heat treatment) dan pengerasan permukaan (flame hardening). Setelah perlakuan panas terjadi peningkatan kekuatan tarik dari 1407,65 MPa menjadi 2135,60 MPa, kekuatan luluh naik dari 1030,73 MPa menjadi 1576,70 Mpa, sedangkan untuk pengerasan permukaan kekuatan tarik naik menjadi 1638,80 MPa, kekuatan luluh naik menjadi 1204,10 MPa.

**Kata Kunci :** roda gigi, perlakuan panas, kekuatan tarik, kekerasan permukaan

*ABSTRACT: The process of heat treatment and surface hardening of metal / gears is carried out with the aim of increasing the tensile strength and hardness values of the gears. This heat treatment is by heating the gear until it turns red, then suddenly being immersed in the cooling medium. This prompted the PPM Team of the Mechanical Engineering Department to provide counseling on this heat treatment method and analyze the tensile strength before and after the gear was subjected to heat treatment to the community and small / simple motorbike repair shop owners in Timbangan Village, Inderalaya District. From the tests and analyzes carried out, it was found that there was an increase in the value of tensile strength, yield strength and fracture strength in both imitation gears which had undergone heat treatment and flame hardening. After heat treatment there was an increase in tensile strength from 1407.65 MPa to 2135.60 MPa, the yield strength increased from 1030.73 MPa to 1576.70 Mpa, while for surface hardening the tensile strength increased to 1638.80 MPa, the yield strength increased to 1204 , 10 MPa.*

*Keywords: gears, heat treatment, tensile strength, surface hardness*

### PENDAHULUAN

Sebuah mesin tidak lepas dari sistem transmisi, yang terdiri dari beberapa komponen utama seperti: roda gigi, poros, gearbox, dan motor sebagai penggerak. Roda gigi berperan sebagai pemindah daya dari suatu poros keporos lain. Karena pentingnya peranan roda gigi dalam suatu sistem mekanik maka banyak dilakukan kajian mengenai roda gigi ( Kyukatsu Suga dan Sularso, 1991).

Pada sebuah roda gigi, fenomena patah atau gagalnya komponen sering terjadi pada pembebanan berulang, dimana beban maksimum kurang dari kekuatan tarik (*tensile strength*) material tersebut.

Beberapa faktor yang mempengaruhi fatigue adalah :

1. Amplitudo siklus beban
2. Bentuk spesimen
3. Kondisi permukaan
4. Temperatur
5. Kondisi lingkungan

Ada dua macam fatigue yang terjadi pada roda gigi, yaitu :

1. Fatigue pada bagian root roda gigi, jauh dari area kontak pembebanan, modus kegagalan akibat beban tarik.
2. Fatigue pada permukaan kontak pembebanan, modus kegagalan akibat beban tekan.

Dewasa ini, banyak beredar komponen kendaraan bermotor imitasi yang dijual dengan harga yang hampir sama dengan yang original. Konsumen kesulitan membedakan komponen yang benar-benar asli dan komponen yang imitasi (palsu). Tetapi, kendati mengetahui produk bersangkutan bukan produk asli (*genuine parts*), banyak juga konsumen yang memilih produk imitasi sebagai bagian dari komponen yang dipasang pada kendaraannya, baik mobil maupun motor.

Untuk meningkatkan ketahanan onderdil imitasi tersebut, beberapa bengkel memberikan perlakuan panas dengan jalan memanaskan roda gigi tersebut sampai temperature tertentu, sehingga menjadi merah. Kemudian secara tiba-tiba dicelupkan kedalam oli.

Hal tersebut di atas mendorong tim PPM Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin untuk melakukan penyuluhan kepada pemilik bengkel, atau praktisi otomotif untuk membandingkan pengaruh-pengaruh yang ditimbulkan sebelum dan sesudah dilakukannya perlakuan panas pada roda gigi tersebut. Dan dampaknya terhadap kekuatan dan kekerasan pada roda gigi tersebut, selain itu akan dicoba untuk melakukan analisa perubahan komposisi kimia roda gigi yang telah mengalami perlakuan panas tersebut.

## PERLAKUAN PANAS, *QUENCHING* dan *TEMPERING*

Perlakuan panas adalah proses pemanasan dan pendinginan material yang terkontrol dengan maksud merubah sifat fisik untuk tujuan tertentu. Secara umum proses perlakuan panas adalah sebagai berikut:

- a. Pemanasan material sampai suhu tertentu dengan kecepatan tertentu pula.
- b. Mempertahankan suhu untuk waktu tertentu sehingga temperaturnya merata
- c. Pendinginan dengan media pendingin (air, oli atau udara)

Perlakuan panas dapat juga didefinisikan sebagai proses menaikkan suhu logam sampai pada temperatur tertentu sehingga terjadi perubahan fasa, lalu didinginkan dengan menggunakan media tertentu sehingga terjadi perubahan struktur mikro (James Gere, 1996). Akibat perubahan struktur mikro ini maka terjadi perubahan sifat mekanik. Tinggi temperatur pemanasan sangat tergantung

pada komposisi kimia spesimen dan perubahan yang terjadi ditunjukkan pada diagram fasa dari unsur-unsur pembentuk material logam tersebut.

Spesimen B yang telah disiapkan akan diberikan proses perlakuan panas (heat treatment) pada percobaan ini, kecuali spesimen A yang merupakan as received tidak diberikan proses heat treatment.

Adapun tujuannya adalah untuk mengetahui kualitas bahan yang sesungguhnya, karena dalam proses heat treatment akan terjadi perubahan fasa pada struktur mikro logam.

Dalam proses perlakuan panas yang akan dilakukan, spesimen akan dipanaskan mencapai suhu 800°C pada tungku Hofmann. Dengan demikian akan terjadi perubahan fasa pada struktur mikro logam (spesimen).

### Proses *Flame Hardening*

Pada dasarnya flame hardening sama dengan pengerasan induksi, yaitu proses pemanasan material yang langsung disusul dengan proses pencelupan permukaan. Tebal lapisan yang mengeras tergantung pada kemampuan pengerasan bahan, karena selama pengerasan tidak ada penambahan unsur-unsur lainnya.

Pada pengujian ini, diterapkan pengerasan secara progresif untuk melakukan flame hardening, permukaan spesimen C dipanaskan menggunakan nyala Oxy-aceteline karena pemanasannya berlangsung lebih cepat.

### *Quenching* (Pencelupan Kejut)

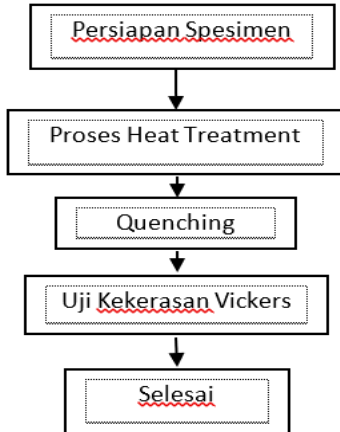
*Quenching* merupakan proses perlakuan panas, dimana logam dipanaskan mencapai temperatur 800°-900° C kemudian dicelupkan kejut pada media (quench) yang dalam pengujian ini menggunakan oli (SAE 20W-50). Pada pengujian ini, yang diberi perlakuan quench adalah spesimen B dan C.

### *Tempering*

Setelah spesimen di (*quench*) akan memiliki tegangan sisa, bersifat rapuh dan keras, serta mudah patah, untuk itu perlu dilakukan pengerjaan lanjut untuk menghilangkan tegangan sisa dan sisa austenit agar logam tersebut tangguh dengan melakukan tempering. Dengan temper, kekerasan dikurangi sehingga mencapai nilai tertentu dan ketangguhan menaik. Meskipun proses ini menyebabkan penurunan nilai kekerasan, namun proses ini dapat mengendalikan sifat fisis pada spesimen.

METODE PENGUJIAN

Pengujian ini dilakukan. Metodologi pengujian selengkapnya dapat dilihat pada diagram alir pada Gambar 1 dibawah ini:



Gambar 1 Diagram alir pengujian

PROSES HEAT TREATMENT

*Hardening* adalah proses perlakuan panas yang diterapkan untuk menghasilkan benda kerja yang keras. Perlakuan ini terdiri dari memanaskan baja sampai temperatur pengerasannya (Temperatur austenisasi) dan menahannya pada temperatur tersebut untuk jangka waktu tertentu dan kemudian didinginkan dengan laju pendinginan yang sangat tinggi atau di *quench* agar diperoleh kekerasan yang diinginkan. Alasan memanaskan dan menahannya pada temperatur austenisasi adalah untuk melarutkan sementit dalam austenit kemudian dilanjutkan dengan proses *quench* (Courtney, 2000).

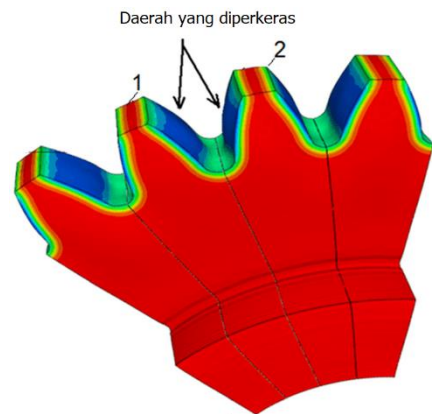
*Quenching* merupakan proses pencelupan baja yang telah berada pada temperatur pengerasannya (temperatur *austenisasi*), dengan laju pendinginan yang sangat tinggi (di*quench*), agar diperoleh kekerasan yang diinginkan. Gambar 2 menunjukkan peralatan untuk *heat treatment*. Contoh roda gigi yang sudah dipanaskan dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4 merupakan roda gigi yang diperkeras. Grafik *quenching* dan *hardening* ditunjukkan oleh Gambar 5.



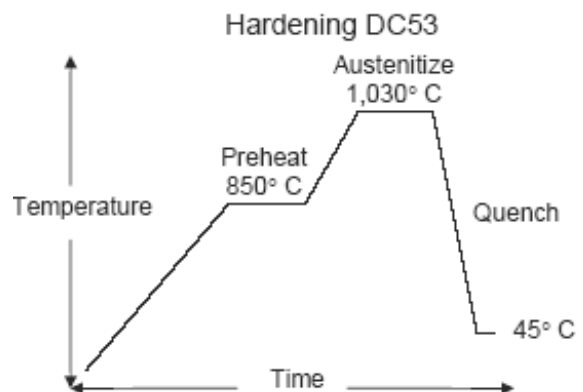
Gambar 2 Peralatan *heat treatment*



Gambar 3 Contoh roda gigi yang sudah dipanaskan (Henan Foco Machinery Co., Ltd)



Gambar 4 Bagian roda gigi yang diperkeras. (Kobasko et, al., 2012)

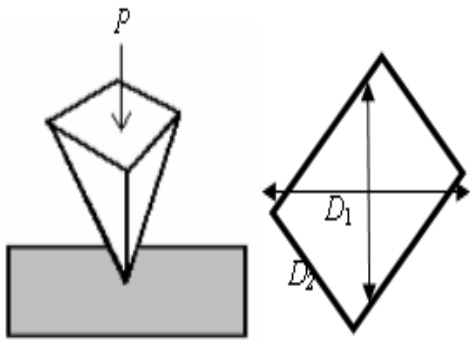


Gambar 5 Grafik *quenching* dan *hardening* ( International Mold Steels, Inc)

PROSES PENGUJIAN KEKERASAN RODA GIGI

Sebelum melakukan pengujian kekerasan, spesimen terlebih dahulu diampelas. Setelah itu dibersihkan dan dikeringkan dengan drier. Tujuan pengamplasan adalah untuk mendapatkan permukaan yang halus dan rata sehingga memudahkan dalam pengamatan. Karena metode yang digunakan dalam pengujian kekerasan ini adalah metode Vickers dengan menggunakan kapasitas beban 30 kgf. Klasifikasi mesin Vickers yang dipakai dalam pengujian ini adalah sebagai berikut : Vickers Hardness Tester, Type VKH-2E.

Pengujian kekerasan Vickers menggunakan indenter piramida intan yang berbentuk bujur sangkar dengan sudut antara dua bidang miring yang berhadapan adalah 136°. Pada pengujian ini benda uji ditekan dengan gaya yang telah ditetapkan pada alat uji Vickers yaitu 0,2 kg - 100 kg. Setelah piramida diangkat diagonal bekas penekanan dapat diukur. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5 dibawah ini :



Gambar 5 Pengujian kekerasan vickers

Dari gambar diatas maka didapat skala pengujian Vickers adalah sebagai berikut :

$$VHN = 1,8544 \cdot F / D^2 \tag{1}$$

dimana :

- VHN = Harga kekerasan Vickers
- F = Beban yang digunakan (kgf)
- D<sub>1</sub> = Diagonal bekas penekanan arah horizontal (mm)
- D<sub>2</sub> = Diagonal bekas penekanan arah vertikal (mm)
- D = Diagonal rata - rata bekas penekanan (mm)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian kekerasan dan kekuatan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil pengujian kekerasan dan kekuatan

No	Spesimen	Kekerasan (VHN)	Kekuatan (MPa)
1	Tanpa Perlakuan (Asli)	778.415267	2349,5
2	Sebelum Perlakuan Panas (imitasi)	454.2405809	1407,65
3	Setelah Perlakuan Panas (imitasi)	682.0235642	2135,6
4	Setelah Flame Hardening (imitasi)	518.971546	1638,8

KESIMPULAN dan SARAN

Berdasarkan penelitian dan analisa yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari pengujian kekerasan yang telah dilakukan, terjadi peningkatan nilai kekerasan dan kekuatan pada roda gigi imitasi baik yang sudah mengalami perlakuan panas maupun *flame hardening*. Peningkatan kekerasan disebabkan karena fase austenit yang mengandung unsur karbon dirubah dalam bentuk larutan pada temperatur tinggi, menjadi fase martensit dengan pencelupan pada temperatur rendah. Spesimen yang mengalami *full hardening* akan bersifat getas dan baru dapat dipakai setelah diadakan penemperan untuk memperoleh keliatan walaupun kekuatannya agak menurun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami dari Tim PPM Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin, mengucapkan banyak terima kasih kepada Fakultas Teknik yang telah membiayai penyuluahn PPM ini..

DAFTAR PUSTAKA

Courtney, H. Thomas. (2000). Mechanical Behavior of Materials<sup>2nd</sup> Edition. Mc Graw- Hill International.  
 Cold Work Die Steels, International Mold Steels , Inc Gere, James M. (1996). Mekanika Bahan, Erlangga, Jakarta.

Henan Foco Machinery Co., Ltd.

Kobasko, N. I., et.al. (2012). Local Film Boiling and Its Impact on Distortion of Spur Gears During Batch Quenching. *Materials Performance and Characterization*, 1(1): 1-15.

Suga, Kiyikatsu, Sularso. (1991). *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*, Pradya Paramita, Jakarta.