

Studi Eksperimen Proses *Tempering* Terhadap Kekerasan Permukaan dan Estimasi Keausan

Windra Sampurna, Yusuf Kaelani

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: y_kaelani@me.its.ac.id

Abstrak—Akhir-akhir ini banyak beredar berbagai macam produk suku cadang pin piston mulai dari produk *original* yang biasanya berharga mahal, hingga produk-produk non *original* yang harganya relatif lebih murah. Saat ini produk non *original* yang dijual dipasaran, harganya setengah kali lebih murah dibandingkan dari harga produk *original*. Sehingga perlu membandingkan kualitas dari sifat-sifat mekanis antara pin piston *original* dengan non *original*. Langkah-langkah penelitian yang dilakukan adalah melakukan proses *heat treatment* pada spesimen pin piston non *original* dibawah titik lebur 850°C dan ditahan selama 30 menit, kemudian di-*quenching* dengan media air setelah itu dilanjutkan dengan proses *tempering* pada suhu 200°C, 400°C dan 600°C dengan waktu penahanan 60 menit. Hasil pengujian kekerasan didapatkan bahwa nilai rata-rata kekerasan dengan metode *Rockwell* pada spesimen yang tidak diberikan perlakuan panas pada suhu ruang 28°C yaitu sebesar 55 HRC untuk spesimen pin piston *original* dan 54 HRC untuk spesimen pin piston non *original* setelah melewati tahap proses *heat treatment* dan proses *quenching*, pin piston non *original* memiliki kenaikan masing-masing sebesar 7,4 %, 1,85 % dan penurunan sebesar 11,11 % pada setiap proses *tempering* 200°C, 400°C dan 600°C. Spesimen pin piston non *original* dengan proses *tempering* 200°C adalah spesimen yang nilai kekerasannya mendekati spesimen pin piston *original*. Dengan peningkatan kekerasan sebesar 5,45 % dibandingkan dengan spesimen *original*.

Kata Kunci—*heat treatment*, pin piston, *tempering*

I. PENDAHULUAN

JAMAN sekarang, produk sepeda motor berkembang pesat. Data kepolisian pada tahun 2013 jumlah sepeda motor di Indonesia berjumlah 84.732.652 (www.bps.go.id). Jumlah tersebut akan terus meningkat seiring dengan kebutuhan transportasi masyarakat. Agar kinerja mesin motor terjaga, tentunya harus dilakukan servis rutin dan jaminan ketersediaan suku cadang kendaraan. Salah satu suku cadang kendaraan yang dilakukan pergantian adalah pin piston. Pin piston merupakan komponen mesin yang berfungsi sebagai pemindah gaya dalam hubungan antara *connecting rod* dengan *bushing piston*.

Pin piston biasanya terbuat dari baja karbon sedang AISI 4140 merupakan *low alloy chromium-molybdenum steels* yang memiliki kandungan 0,38-0,43% C, 0,75-1,00% Mn, 0,15-0,30% Si, 0,80-1,10% Cr, 0,15-0,25% Mo, 0,04% S dan 0,035% P. Berdasarkan aplikasinya baja ini dikembangkan dengan tujuan untuk memiliki sifat mekanik terutama kekerasan, kekuatan serta tahan terhadap keausan. Keausan bahan yang lebih lunak. Faktor-faktor yang mempengaruhi keausan adalah kecepatan, tekanan, kekasaran permukaan dan kekerasan bahan.



Gambar 1. Kerusakan pin piston

Pin piston tersebut terjadi pengikisan atau aus pada permukaan yang disebabkan karena pin yang digunakan tersebut tidak mempunyai kekerasan yang cukup. Kekerasan akan meningkat apabila material dilakukan proses *heat treatment*, semakin tinggi angka kekerasan maka sifat keuletan akan menjadi rendah dan laju keausan juga akan menurun.

II. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa langkah kerja sebagai studi eksperimental. Awalnya dengan melakukan persiapan spesimen, yaitu membeli produk pin piston *original* dan non *original*. Kemudian melakukan pengujian kekerasan permukaan terhadap masing-masing spesimen uji. Penelitian kekerasan dilakukan dengan menggunakan metode *Rockwell C*. Pada pengujian kekerasan dengan metode *Rockwell C*, digunakan pembebanan 150 Kgf dengan waktu penahanan 60 detik dan menggunakan intan sudut 120°. Setelah dilakukan pengujian kekerasan permukaan pin pada masing-masing spesimen uji. Spesimen non *original* akan dilakukan proses *heat treatment* dibawah titik lebur pada temperatur 850°C dengan waktu penahanan selama 30 menit. Kemudian di dinginkan cepat atau *quenching* dengan media air. Kemudian, spesimen uji akan dilakukan proses *tempering* dengan variasi temperatur 200°C, 400°C dan 600°C. Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Tungku pemanas

Setelah melewati proses *heat treatment* dan proses *tempering*. Spesimen uji pin piston non *original* akan dilakukan pengujian kekerasan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah proses *tempering* tersebut mempengaruhi nilai kekerasan dan proses *tempering* mana nilai kekerasannya lebih mendekati dengan spesimen uji lain. Alat yang digunakan dalam pengujian kekerasan dapat dilihat pada Gambar 3.



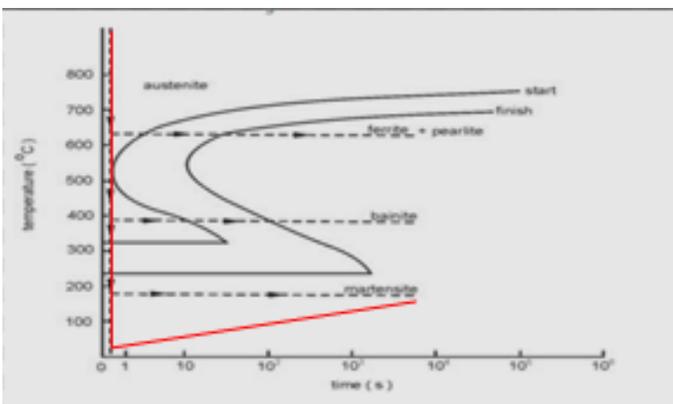
Gambar 3. Rockwell hardness tester

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dibahas dan dianalisa hasil eksperimen proses *tempering* dan kekerasan pin piston sepeda motor.

A. Analisa Proses *tempering* 200°C

Pada proses dengan suhu *tempering* 200°C dengan waktu penahanan atau *holding time* selama 60 menit dapat dilihat pada Gambar 4.



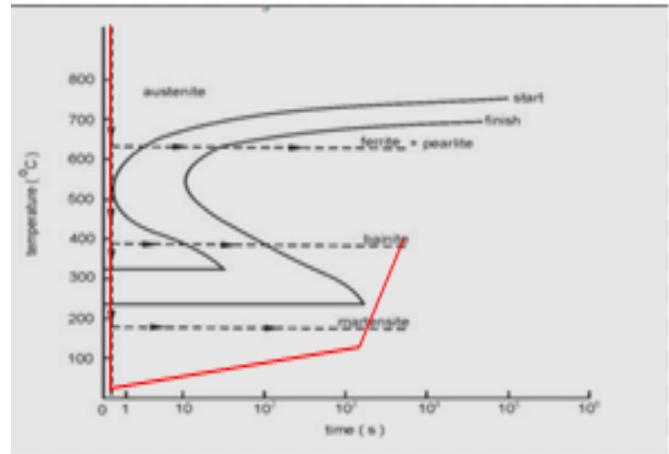
Gambar 4. Proses *tempering* 200°C

Diagram proses *tempering* yang ditunjukkan pada Gambar 4 dengan asumsi garis berwarna merah adalah struktur yang terjadi setelah dilakukan proses *tempering* 200°C. Pada proses

ini struktur yang terjadi yaitu *martensit* yang bersifat keras dan rapuh berpartisipasi menjadi *martensit temper*, pada proses ini struktur *perlit* lebih mendominasi dibandingkan struktur *ferit*.

B. Analisa Proses *tempering* 400°C

Pada proses dengan suhu *tempering* 400°C dengan waktu penahanan atau *holding time* selama 60 menit dapat dilihat pada Gambar 5

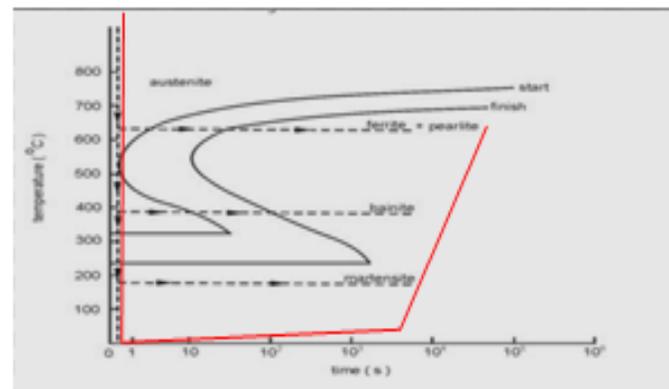


Gambar 5. Proses *tempering* 400°C

Diagram proses *tempering* yang ditunjukkan pada Gambar 5 dengan asumsi garis berwarna merah adalah struktur yang terjadi setelah dilakukan proses *tempering* 400°C. Pada proses ini struktur yang terjadi yaitu *ferit* dan *perit* lebih merata. Sedangkan *martensit* berkurang sedikit dibandingkan proses *tempering* 200°C

C. Analisa Proses *tempering* 600°C

Pada proses dengan suhu *tempering* 600°C dengan waktu penahanan atau *holding time* selama 60 menit dapat dilihat pada Gambar 6.

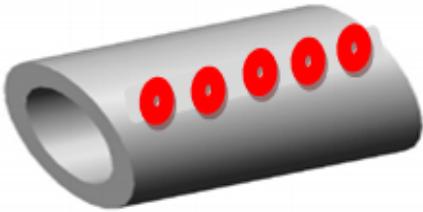


Gambar 6. Proses *tempering* 200°C

Diagram proses *tempering* yang ditunjukkan pada Gambar 6 dengan asumsi garis berwarna merah adalah struktur yang terjadi setelah dilakukan proses *tempering* 600°C. Pada proses ini struktur yang terjadi yaitu *ferit* dan *perit* lebih merata dan mendominasi. Sedangkan *martensit* lebih sedikit dibandingkan proses *tempering* 200°C dikarenakan suhu pemanasan yang lebih tinggi.

D. Pengujian kekerasan rockwell pada permukaan spesimen

Pengujian kekerasan permukaan pada spesimen diambil kekerasannya di beberapa titik yang sudah ditentukan. Tiap spesimen diambil lima titik pengujian, dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Titik pengujian Rockwell pada permukaan spesimen

E. Data hasil pengujian kekerasan Rockwell pada permukaan dan data hasil komposisi kimia.

Pada pengujian kekerasan dengan metode Rockwell C, digunakan pembebanan 150 Kgf dengan waktu penahanan 60 detik dan menggunakan intan sudut 120° untuk spesimen pin piston *original* maupun pin piston non *original*. Hasil percobaan dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

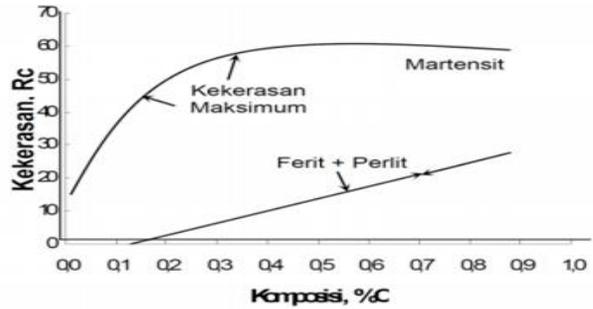
Tabel 1.
Data hasil pengujian komposisi kimia pada spesimen uji

Unsur	%	
	Non <i>original</i>	<i>Original</i>
Fe	97,1	97,2
C	0,409	0,443
Cr	0,933	0,958
Mn	0,734	0,771
Si	0,195	0,203
Mo	0,180	0,185

Tabel 2.
Data hasil pengujian kekerasan permukaan pada spesimen pin piston *original* dan non *original*

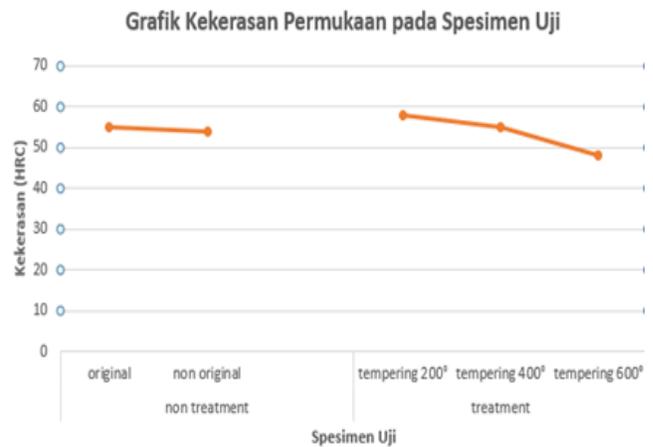
Spesimen	Teknik Pengujian				
	1	2	3	4	5
<i>Original</i> (28°C)	55	55	55	55	54
Rerata HRC Pin	55				
<i>Original</i> Non	1	2	3	4	5
<i>Original</i> (28°C)	53	54	54	54	54
Rerata HRC Pin	54				
<i>Original</i> Non	1	2	3	4	5
<i>Original</i> (200°C)	58	57	58	58	58
Rerata HRC Pin	58				
<i>Original</i> Non	1	2	3	4	5
<i>Original</i> (400°C)	54	55	55	55	54
Rerata HRC Pin	55				
<i>Original</i> Non	1	2	3	4	5
<i>Original</i> (600°C)	47	48	48	47	48
Rerata HRC Pin	48				

Hasil dari pengujian komposisi kimia pada masing-masing spesimen uji yang ditunjukkan pada Tabel 1 dimana setiap unsur pada spesimen uji pin piston *original* memiliki persentase lebih tinggi dibandingkan spesimen uji pin piston non *original*. Dengan adanya perbedaan persentase unsur kimia pada spesimen uji tersebut dapat diketahui perbedaan kekerasan permukaan antara spesimen uji pin piston *original* dan non *original*. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 2 mengenai perbedaan kekerasan antara pin piston *original* dengan pin piston non *original*. Pengaruh perbedaan unsur kimia terhadap nilai kekerasan dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Pengaruh komposisi kimia terhadap nilai kekerasan [1]

Grafik rerata kekerasan permukaan dari setiap spesimen *original* dan non *original* dengan variasi *tempering* 200°C, 400°C serta 600°C dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Grafik pengaruh variasi *tempering* terhadap kekerasan permukaan spesimen uji.

Pada Gambar 9 dapat dilihat bahwa nilai kekerasan pada semua pin piston non *original* yang sudah dilakukan proses *heat treatment* telah terjadi peningkatan kekerasan dan penurunan kekerasan. Spesimen pin piston non *original* dengan variasi *tempering* 200°C nilai kekerasannya meningkat 7,4% dari spesimen pin piston non *original* dengan rerata kekerasan 58 HRC. Pada spesimen dengan variasi *tempering* 400°C nilai kekerasannya meningkat 1,85% dari spesimen pin piston non *original* dengan rerata kekerasan 55 HRC. Spesimen dengan variasi *tempering* 600°C memiliki penurunan 11,11% dari spesimen pin piston non *original* dengan rerata kekerasan 48 HRC. Penurunan kekerasan akibat proses *tempering* disebabkan struktur *martensit* cenderung untuk berubah menjadi *martensit temper* dan cenderung bertransformasi menjadi *bainit* atau endapan *karbida*. Jadi dapat dikatakan bahwa menurunnya kekerasan bahan disebabkan oleh menurunnya

sifat *tetragonal martensit* dan mulai terbentuknya pengendapan *karbida* dan pembentukan *ferit* dengan meningkatnya temperatur *temper*.

Berdasarkan hasil pengujian kekerasan pada pesimen pin piston dengan menggunakan metode *Rockwell* dapat disimpulkan bahwa spesimen non *original* dengan proses *tempering* 200°C terjadi peningkatan kekerasan paling tinggi yaitu sebesar 7,4% dari spesimen non *original* yang tanpa diberikan proses *heat treatment* dan terjadi peningkatan sebesar 5,4% dibandingkan dengan spesimen *original*. Peningkatan kekerasan tersebut terjadi disebabkan pada saat pendinginan melalui *range austenite metastabil*, proses *nukleasasi* berjalan lambat. Pada saat proses nukleasasi berjalan lambat, dilakukan pendinginan cepat sehingga inti akan tumbuh perlahan yang disebabkan proses difusi, jarak inti atom menuju batas butir memerlukan jarak dan waktu yang lebih lama sehingga butir *austenite* menjadi lebih besar dan kasar sehingga *hardenability* spesimen menjadi meningkat. Dari pengujian yang dilakukan pada spesimen non *original*, proses *tempering* 200°C memiliki hasil yang paling sesuai.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Nilai rerata kekerasan *Rockwell* spesimen pin piston yang tidak mengalami proses perlakuan panas pada suhu ruang 28°C yaitu sebesar 55 HRC untuk spesimen pin piston *original* dan 54 HRC untuk spesimen pin piston non *original*. Setelah dilakukan proses *tempering* 200°C pada spesimen pin piston non *original* dengan waktu penahanan 60 menit, nilai kekerasannya meningkat 7,4% yaitu menjadi 58 HRC. Nilai ini merupakan nilai kekerasan tertinggi dibandingkan silai kekerasan spesimen pin piston non *original* lainnya. Terjadi penurunan sebesar 11,11% pada spesimen pin piston non *original* dengan proses *tempering* 600°C dengan waktu penahanan selama 60 menit. Nilai kekerasannya yaitu sebesar 48 HRC.
2. Proses *tempering* 200°C memiliki peningkatan kekerasan sebesar 5,4% dibanding spesimen *original*
3. Proses perlakuan panas dan *holding time* pada spesimen pin piston non *original* pada saat dilakukan proses *tempering* sangat berpengaruh terhadap kekerasan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pollack, H.W, 1988, "Materials Science and Metallurgy", 4th, New Jersey, Prentice Hall