

ANALISA PENINGKATAN SIFAT MEKANIK MATERIAL RING PISTON TOP KOMPRESI YAMAHA JUPITER Z DENGAN PROSES *HEAT TREATMENT*

Herawan Eva Krisdianto, Solechan^{*}, Samsudi Raharjo
Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Semarang
Jl. Kasipah No.12, Semarang 50254
^{*}Email: Solechan1981@gmail.com

Abstrak

Terdapat dua produk suku cadang ring piston di pasaran, yaitu ring piston produk keluaran pabrikan resmi (*genuine parts*) dan ring piston barang kualitas menyerupai barang pabrik resmi disebut kualitas 1 disingkat KW 1. Tetapi dari segi kualitas KW 1 jauh dari kualitas piston original. Maka pada penelitian ini, ingin meningkatkan kualitas KW 1 menyamai piston original dengan proses *heat treatment* atau perlakuan panas. Tahap awal penelitian untuk mengetahui karakteristik material ring piston berdasarkan kekerasan, strukturmikro dan komposisi kimia ring piston top kompresi Yamaha Jupiter Z. Tahap kedua pengaruh *heat treatment* pada ring piston top kompresi KW 1 untuk meningkatkan sifat mekanik. Metode penelitian yaitu komparasi sifat mekanik beberapa ring piston top kompresi Yamaha Jupiter Z yang nantinya akan dianalisa. Adapun variabel bebas yang digunakan dari ring piston Yamaha Jupiter *genuine part*, KW 1 merk Indopart dan sudah mengalami perlakuan panas, suhu austenisasi 900 °C waktu penahanan 2 jam, media *quenching oli SAE 75-90*, *austempering* di dalam tungku suhu 400 °C waktu penahanan divariasikan 1,5, 3 dan 4,5 jam. Sedangkan variabel bebas pengujian yaitu komposisi kimia, kekerasan dan struktur mikro. Hasil pengujian komposisi kimia terjadi perbedaan yang signifikan antara ring piston Yamaha Jupiter Z *genuine part*, KW 1 merk Indopart dan penahanan 1,5, 3 dan 4,5 jam khususnya unsur besi (Fe) dan karbon (C). Ini berpengaruh terhadap kekerasan dan kekuatan tarik yang semakin tinggi, tetapi keuletan dan ketangguhan semakin rendah. Hasil pengujian struktur mikro menunjukkan bentuk grafit dari beberapa material memiliki perbedaan, baik dalam bentuk maupun ukuran grafit. Ring piston Kw 1, dengan penahanan waktu 4,5 jam kekerasannya meningkat 36,66 % dibanding dengan ring piston tanpa *heat treatment*, dan masih dibawah nilai kekerasan ring piston *genuine part*.

Kata kunci : ring piston Jupiter Z, *heat treatment*, sifat mekanik.

1. PENDAHULUAN

Jaman sekarang produk sepeda motor berkembang pesat. Data Kepolisian tahun 2010 jumlah sepeda motor di Indonesia berjumlah 61.078.188 (www.bps.go.id). Jumlah tersebut akan terus meningkat seiring kebutuhan transportasi masyarakat. Agar kinerja mesin motor terjaga, tentunya harus di lakukan servis rutin dan jaminan ketersediaan suku cadang kendaraan (Aris dkk., 2010). Salah satu suku cadang kendaraan yang dilakukan penggantian adalah ring piston. Terdapat dua produk ring piston di pasaran, yaitu ring piston produk keluaran pabrikan atau vendor resmi disebut *genuine parts* dan ring piston barang kualitas menyerupai barang pabrik resmi disebut kualitas 1 selanjutnya disingkat KW 1 (www.otomotifnet.com).

Motor empat langkah, memiliki ring piston terdiri dari tiga komponen, yaitu: dua buah ring kompresi, dan satu ring oli. Ring kompresi terdiri dari *top ring* dan *second ring*, ring kompresi bekerja untuk memperbesar kompresi mesin pada saat langkah kompresi, dan juga ring ini untuk mencegah agar piston dan bagian silinder tetap mempunyai toleransi jarak dan tidak ada kebocoran kompresi ataupun kebocoran tenaga hasil dari proses pembakaran. Sedangkan ring oli yang bekerja untuk mengikis minyak pelumas yang menempel pada bagian dinding silinder, agar oli tersebut tidak masuk secara berlebihan ke dalam ruang bakar (Yamagata., 2005). Perkembangan teknologi otomotif, untuk mesin-mesin dengan tenaga lebih besar dan kecepatan yang lebih tinggi, kebanyakan komponen ring piston dewasa ini terbuat dari baja paduan dengan pelapisan permukaan dibagian luarnya (Andersson dkk., 2002). Peningkatan kekuatan ring piston dapat dilakukan dengan perlakuan permukaan. Pelapisan permukaan ring dilakukan secara *hard chromium plating*, semprot panas dengan *molybdenum*, pemberian *metal composites*, *ceramic composites* sebagai pelapis permukaan.

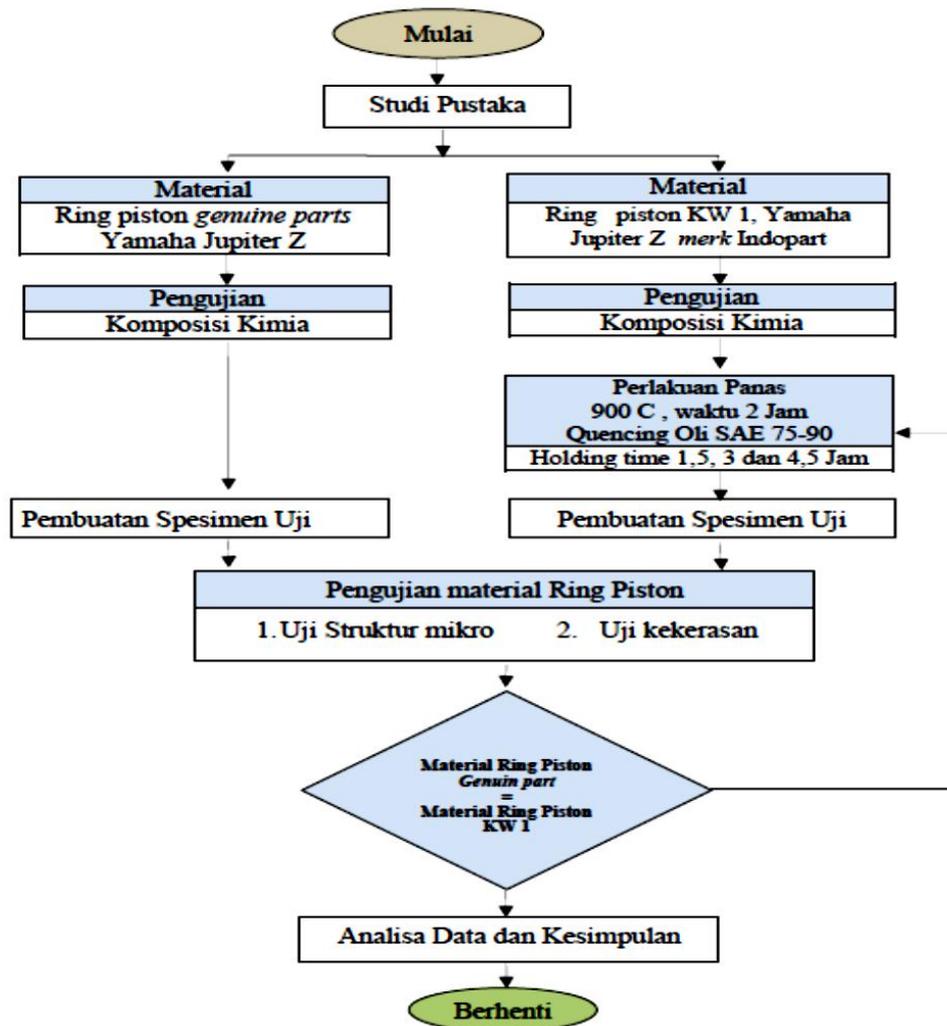
Peningkatan kekuatan ring piston bisa bertambah dengan *heat treatment*. Melalui perlakuan panas yang tepat, tegangan dalam dapat dihilangkan, besar butir dapat diperbesar atau di perkecil, ketangguhan ditingkatkan atau dapat dihasilkan permukaan yang keras di sekeliling inti yang ulet

(Amstead dkk., 1981). Penelitian kali ini, menekankan kandungan dan kekuatan material yang dimiliki ring piston top kompresi *genuine parts* Yamaha Jupiter Z dan ring piston KW 1, serta pengaruh *heat treatment* pada ring piston top kompresi KW 1 untuk meningkatkan sifat mekanik.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Bahan material dalam penelitian ini adalah ring piston top kompresi *genuine part*, Yamaha Jupiter Z yang dijadikan referensi untuk hasil datanya sebagai komparasi dengan top kompresi ring piston KW 1, Yamaha Jupiter Z merk Indopart apakah terjadi perbedaan sifat mekanis dan komposisi kimia. Serta pengaruh perlakuan panas pada ring piston KW 1 terhadap kekerasan dan struktur mikronya. Alur diagram penelitian pada **Gambar 1**.

Pemanasan material dengan metoda austempering disempurnakan dengan temperature austenisasi 900 °C selama 2 jam kemudian pendinginan cepat dalam media oli SAE 75-90, temperature tempe-ring furnace pada suhu 400 °C dengan variasi *holding time* selama 1,5, 3 dan 4,5 jam dilanjutkan dengan pendinginan udara. Uji komposisi kimia dengan mesin spectrometer, struktur mikro dengan media etching reagent nitral 2 %, pengujian kekerasan dengan *Vickers mikrohardness*.



Gambar 1. Diagram alur penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil uji komposisi kimia

a. Ring piston *genuine part*

Material ring piston top kompresi *genuine parts* Yamaha Jupiter Z sebagai pembanding dengan material ring piston top kompresi KW 1 untuk hasil komposisi kimianya. Hasil uji komposisi kimia material ring piston *genuine parts* ditampilkan pada **Tabel 1** berikut ini.

Tabel 1. Komposisi kimia ring piston genuine part

Fe	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mg	Ni	Mo	Cu
91,9	3,64	2.911	0.147	0.043	0,022	0.012	0.066	0.168	0.810	0.043

Hasil pengujian komposisi kimia menunjukkan bahwa kandungan unsur besi 91,9 % wt Fe, karbon 3,643 % wt C, silikon 2,911 % wt dan mangan 0,066 % wt Mn. Unsur Fe dan C mendominasi dari unsur-unsur yang lain, yang akan berpengaruh terhadap sifat mekanik materialnya.

b. Ring piston KW 1 merk Indopart

Hasil uji komposisi kimia material ring piston top komprei KW 1, Yamaha Jupiter Z merk Indopart ditampilkan pada **Tabel 2** berikut ini.

Tabel 2. Komposisi kimia ring piston KW 1 merk Indopart

Fe	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mg	Ni	Mo	Cu
92,3	3,45	2.253	0.301	0.043	0,0121	0,014	0.077	0,826	0.031	0.553

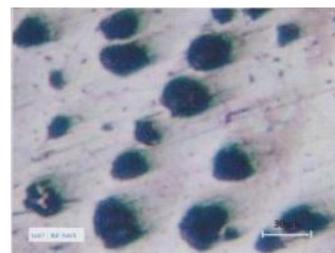
Pengujian komposisi kimia material ring piston KW 1 menunjukkan bahwa kandungan unsur besi 92,3 % wt Fe, bila dibandingkan dengan material ring piston *genuine parts*, material ring piston KW 1 lebih banyak memiliki kandungan Fe sebesar 0,4% sedangkan unsur karbon 3,452 % wt C memiliki kandungan C lebih sedikit sebesar 0,19 %. Unsur Silikon 2,253% Si memiliki kandungan Si lebih sedikit sebesar 0,66 % dan mangan 0,301 % wt Mn memiliki kandungan Mn lebih banyak sebesar 0,15%. Dari beberapa unsur yang paling berpengaruh terhadap sifat mekaniknya yaitu unsur karbon, apabila mengalami penurunan unsur maka sifat mekaniknya akan turun. Dari hasil uji komposisi kimia Tabel 1 dan 2, material ring piston termasuk jenis besi nodular SAE-J434 grade D4018

3.2. Hasil uji strukturmikro

Gambar 2 memperlihatkan perbandingan mikrostruktur ring piston ring sebelum tanpa perlakuan panas dengan pembesaran 500X



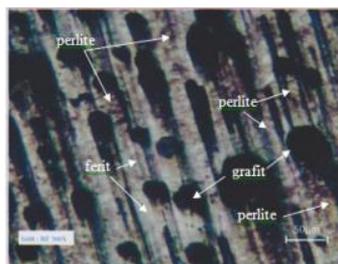
Genuine part



KW 1 merk Indopart

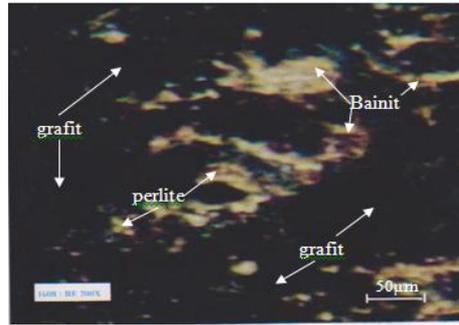
Gambar 2. Perbandingan strukturmikro ring piston *genuine part* dan KW 1. Perbesaran 500X

Hasil pengamatan strukturmikro material ring piston KW1 Jupiter Z merk Indopart dengan penahanan waktu 1,5 jam pada **Gambar 3**.



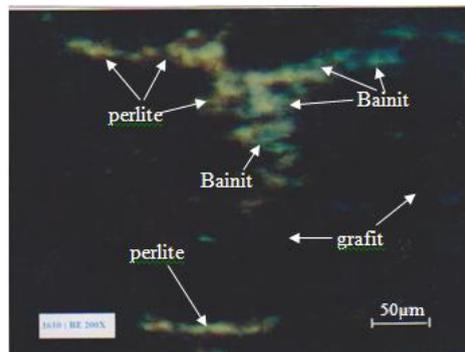
Gambar 3. Strukturmikro KW1 holding time 1,5 jam, perbesaran 200X

Pengamatan stuktur mikro material ring piston KW1, Yamaha Jupiter Z merk Indopart, penahanan waktu 3 jam pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Strukturmikro KW1 holding time 3 jam, perbesaran 200X

Pengamatan stuktur mikro material ring piston KW1, Yamaha Jupiter Z merk Indopart, penahanan waktu 4,5 jam pada **Gambar 5**. pembesaran gambar 200 X.



Gambar 5. Struktur mikro KW1 holding time 4,5 jam, perbesaran 200X

Ring piston KW 1 penahanan 1,5 jam **Gambar 3** grafit nodular mulai mengurai memanjang dari bentuk semula. Grafit yang terbentuk dari karbon, bila dibandingkan dengan penahanan 3 jam **Gambar 4**, untuk grafit lebih banyak dan menyebar pada permukaan. Dengan banyaknya grafit diatas permukaan material maka kekerasan material lebih tinggi karena unsur karbon lebih banyak (Callister., 2008).

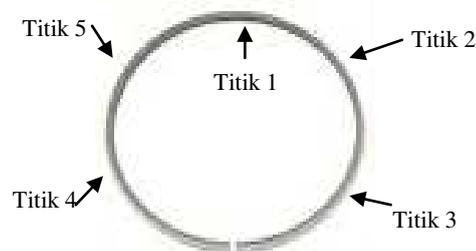
Ring piston KW 1 penahanan 4,5 jam **Gambar 5**, untuk struktur mikro dengan dominasi karbon. Lama dan austempering time akan mempengaruhi jumlah dan bentuk dari bainitic ferrit, semakin lama austempering time maka jumlah bainitik ferrit yang terbentuk semakin banyak. Austempering time mempengaruhi fase austenite kaya karbon, dimana semakin lama waktu austempering, maka jumlah austenite cenderung semakin naik. Nilai kekerasan akan semakin naik jika memasuki proses kedua austempering, sehingga austenite kaya karbon terdekomposisi menjadi karbida. Karena adanya kekosongan atom yang berdekatan dan memiliki energy yang cukup untuk berpindah menjadikan masuknya atom-atom karbon (C) secara interstiti difusi ke dalam struktur kristal logam maka menimbulkan banyaknya karbon pada permukaan material yang menjadikan bertambahnya kekerasan material (Callister., 2008).

3.3. Hasil uji kekerasan ring piston

Pengujian kekerasan dilakukan dengan mengambil sebanyak 5 titik dipermukaan ring piston. Dengan menggunakan metode *Vickers hardness* dengan beban 200N dan penetrator kerucut intan 120°. Nilai kekerasan yang didapatkan seperti pada **Tabel 3** dan Posisi titik penekanan pada ring piston diperlihatkan pada **Gambar 6**.

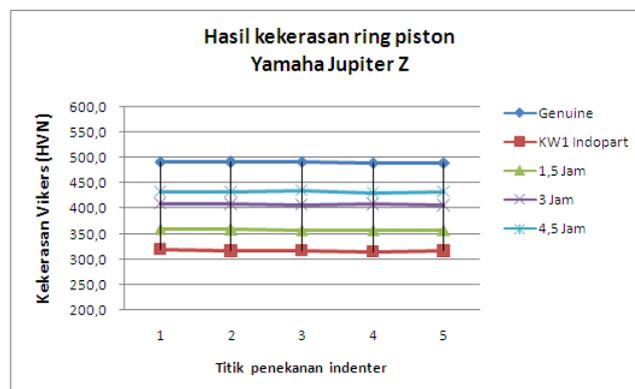
Tabel 3 Hasil Pengujian Kekerasan Bodi Permukaan Ring Piston Jupiter Z

Spesimen	Hasil Kekerasan (HVN)					Hasil Rata-rata (HVN)
	1	2	3	4	5	
<i>Genuine part</i>	492,1	490,3	492,1	489,8	488,6	490,56
KW 1	318,9	316,1	317,0	314,3	316,1	316,47
<i>Heat treatment</i>	1	2	3	4	5	HVN
KW 1 Holding 1,5 jam	359,9	358,7	357,6	356,5	357,6	358,07
KW 1 Holding 3 jam	409,5	407,9	406,6	408,0	405,2	407,40
KW 1 Holding 4,5 jam	433,4	431,9	434,9	430,5	431,9	432,51

**Gambar 6. Letak titik pengujian kekerasan permukaan ring piston**

Peningkatan kekerasan material ring piston ring piston top kompresi KW 1, Yamaha Jupiter Z merk Indopart dengan proses austempering, dengan penahan waktu 1,5 jam kekerasan ring piston naik sebesar 13,14 % dari ring piston tanpa perlakuan panas sedangkan dengan penahanan 3 jam naik sebesar 28,73 %. Pada Tahap ke dua austempering, temperatur austempering dan lamanya waktu penahanan menyebabkan proses difusi karbon kedalam austenite semakin cepat, austenite kaya karbon terdekomposisi menjadi karbida (Indra dan Berata., 2007)

Ring piston top kompresi KW 1, Yamaha Jupiter Z merk Indopart dengan penahanan waktu 4,5 jam pada **Tabel 3**, memiliki nilai yang paling optimal bila dibandingkan dengan penahan 1,5 dan 3 jam dengan peningkatan kekerasan 36,66 %. Nilai kekerasan ini juga mendekati kekerasan dari ring piston top kompresi *genuine part*, yaitu nilai rata-rata kekerasan bodi ring piston 490,56 HVN dan nilai rata-rata kekerasan ring piston KW 1, perlakuan panas waktu penahanan 4,5 jam 432,51 HVN. **Gambar 7** memperlihatkan grafik perbandingan kekeras-an masing-masing ring piston. Meskipun telah dilakukan perlakuan panas, nilai kekerasan tertinggi material ring piston KW 1 dengan metode austempering belum bisa menyamai nilai kekerasan ring *genuine part*.

**Gambar 7. Grafik perbandingan hasil kekerasan ring piston Yamaha Jupiter Z**

4. KESIMPULAN

Dari data hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Material ring piston top kompresi *genuine part* dan KW1 merk indopart Yamaha Jupiter Z dilihat dari strukturmikro masuk golongan besi cor nodular dengan golongan komposisi kimia SAE-J434 *grade or class D 4018*.
2. Sifat mekanik material ring piston top kompresi Yamaha Jupiter Z KW 1 merk Indopart, dengan proses *heat treatment* peningkatan nilai kekerasan optimum pada waktu penahanan 4,5 jam, kekerasannya meningkat 36,66% dibanding dengan ring piston tanpa *heat treatment*, dan masih dibawah nilai kekerasan ring piston *genuine part*.

DAFTAR PUSTAKA

- Amstread, BH., 1995, *Teknologi Mekanik* edisi ketujuh oleh Ir. Sriati Djaprie, M.Met. Erlangga, Jakarta.
- Aris dkk. (2010), *Buku pintar sepeda motor*, Media Presindo, Yogyakarta.
- Callister, D William. (2007), "*Material Science and Engineering*", John Willey and Sons Inc, New York.
- Indra Sidharta, Wajan Berata., 2007, *Karakter mekanik dan struktur mikro FCD 500 hasil austempering dalam pembuatan austempered ductile iron* . Laboratorium Metalurgi Jurusan Teknik Mesin .Institute Teknologi Sepuluh November Surabaya. ISBN : 979-545-037-9
- Peter Anderson, 2002, "*Piston ring tribology*", Helsinki university oftechnology, internal combustion engine laboratory. Finlandia
- Willard WP., 2003 , "*Engineering fundamentals of the internal combustion engine* " University of Wisconsin- Platteville. New Jersey.
- Yamagata, H, (2005), "*The science and technology of materials in automotive engines*". CRC Press Boca Raton Boston. New York, Washington
- www.bps.go.id , 23 Desember 2012
- www. Otomotifnet.com, 1 November 2012