

Peningkatan Sifat Mekanik Material Ring Piston Non Original Mesin pada Mesin Diesel Mitsubishi-Man 18 V52/55A PLTD Tello Unit 1

Eko Sulistiyo¹; Utami Wahyuningsih²; Muh. Fiqhi Al Azhar³

^{1,2,3}Departemen Mesin, Sekolah Tinggi Teknik PLN

¹eko.sulistiyo@sttpln.ac.id

ABSTRACT

The purpose of this study, to determine the characteristics of piston ring material compression Tello diesel engine. Non original (NOM) diesel engine piston rings are heat treated with a holding time of 1. 2 and 3 hours then hardness test, metallographic test and chemical composition test. From the results of these test, compared with the results of the original diesel engine piston ring (OM) and piston ring (NOM) tests which were not subjected to heat treatment. The results obtained show a significant different between the OM piston ring and NOM piston ring with a hold time of 1. 2 and 3 hours especially in the hardness value. For OM and NOM piston ring elements of 77.5% and 89.2%, while carbon elements have the same value of >4 %. Whereas the results of microstructure testing show that the shape of graphite from several materials is different, both in form and size of graphite. For the hardness of the NOM piston ring with a hold time of 3 hours the hardness value of 301 HV approaches the OM piston ring of 309 HV.

Keywords: piston ring, heat treatment, mechanical properties

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini, untuk mengetahui karakteristik material ring piston kompresi mesin diesel PLTD Tello. Ring piston mesin diesel non original (NOM) dilakukan perlakuan panas dengan waktu tahan 1, 2 dan 3 jam kemudian dilakukan uji kekerasan, uji metalografi dan uji komposisi kimia. Dari hasil uji tersebut, dibandingkan dengan hasil uji ring piston original mesin diesel (OM) dan ring piston (NOM) yang tidak dilakukan perlakuan panas.. Hasil yang diperoleh terjadi perbedaan yang signifikan antara ring piston OM dan ring piston NOM dengan waktu penahanan 1,2 dan 3 jam khususnya pada nilai kekerasan. Untuk unsur Fe ring piston OM dan NOM sebesar 77.5 % dan 89.2 %, sedangkan unsur karbon memiliki nilai yang sama yaitu sebesar >4 %. Sedangkan hasil pengujian struktur mikro menunjukkan bentuk grafit dari beberapa material memiliki perbedaan, baik dalam bentuk maupun ukuran grafit. Untuk kekerasan ring piston NOM dengan waktu tahan 3 jam nilai kekerasan sebesar 301 HV mendekati ring piston OM sebesar 309 HV.

Kata kunci: ring piston, heat treatment, sifat mekanik

1. PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) merupakan pembangkit listrik yang umum digunakan oleh Perusahaan Listrik Negara. Mesin diesel bekerja berdasarkan siklus diesel. Kegunaan dari suatu Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) adalah sebagai unit cadangan yang dijalankan pada saat unit pembangkit utama yang ada tidak dapat mencukupi kebutuhan daya listrik, sebagai unit pembangkit yang menyuplai listrik selama 24 jam atau sebagai pemikul beban tetap. Selain kerusakan dalam pemasangan perlu juga menganalisa terhadap material guna mereduksi adanya effect negatif dari thermal cycling yang merupakan salah satu faktor keausan *ring piston*.

Pada penelitian ini, menekankan peningkatan kekuatan mekanik *ring piston* dengan proses heat treatment (perlakuan panas) untuk mengatasi pengaruh thermal cycling pada *ring piston*. Mesin Diesel Mitsubishi-MAN 18 V52/55A PLTD Tello Unit 1 menggunakan ring piston non original mesin karena mudah di dapatkan dan juga ring piston NOM lebih murah di bandingkan ring piston OM selain itu ring piston NOM ini barang rekondisi dari Mesin Diesel MAN 12 V52/55A PLTD Batu Ampar. Hal tersebut yang mendasari penulis untuk menentukan judul dan melakukan penelitian mengenai “Peningkatan Sifat Mekanik Material *Ring Piston* Non Original Mesin Pada Mesin Diesel Mitsubishi-MAN 18 V52/55A PLTD Tello Unit 1”. Dimana *ring piston* non original mesin ini sering mengalami kerusakan dibandingkan *ring piston* original mesin.

Permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah apakah dengan diberikan perlakuan panas, sifat mekanik pada material ring piston non original mesin akan sama dengan material ring piston original mesin dan pengaruh perlakuan panas terhadap kekerasan pada ring piston original mesin.

Diduga dengan dilakukannya perlakuan panas pada material ring non original mesin dapat meningkatkan sifat mekanik yang mendekati material ring piston original mesin.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Piston

Piston adalah sumbat geser yang terpasang di dalam sebuah [silinder](#) mesin pembakaran dalam silinder [hidraulik](#), [pneumatik](#), dan silinder [pompa](#).

Tujuan piston dalam silinder adalah:

1. Mengubah volume dari isi silinder, perubahan volume bisa diakibatkan karena piston mendapat tekanan dari isi silinder atau sebaliknya piston menekan isi silinder. Piston yang menerima tekanan dari fluida dan akan mengubah tekanan tersebut menjadi gaya (*linear*).
2. Membuka-tutup jalur aliran.
3. Kombinasi dari hal di atas.

2.2. Ring piston

Cara Kerja Ring Piston

1. Langkah buang:
[Piston](#) bergerak dari TMB (Titik Mati Bawah) ke TMA (Titik Mati Atas) posisi cincin torak berada dibagian bawah alur akibat tekanan gas bekas dan gesekan cincin torak dengan dinding silinder.
2. Langkah hisap:
Ketika piston bergerak dari TMA ke TMB posisi [ring piston](#) berada pada bagian atas alur, akibat dari gesekan cincin dengan dinding silinder

3. Langkah kompresi:

Pada saat ini [Torak](#) bergerak dari TMB ke TMA posisi ring torak seperti pada langkah buang, sehingga gas dapat dimanfaatkan dengan sempurna.

4. Langkah usaha:

Pada awal langkah usaha, piston bergerak dari TMA ke TMB, sehingga posisi cincin torak berada pada bagian bawah alur. akibat tekanan gas pembakaran selanjutnya cincin torak akan berada ditengah.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dimana metode ini biasa digunakan dalam penulisan laporan penelitian fakultas teknik, metode deskriptif adalah pencarian fakta dengan interpretasi yang tepat.

Teknik Pengumpulan Data

Dalam melakukan penyelesaian penelitian ini, Penulis menggunakan beberapa cara untuk mendukung tercapainya tujuan yang telah diuraikan sebelumnya agar tercapai dengan baik dan optimal, maka diperlukan data yang akurat sebagai dasar penelitian.

Data untuk dasar penelitian ini penulis dapat dengan cara sebagai berikut :

1. Pengarahan
2. Pengamatan (Observasi)
3. Wawancara
4. Studi Literatur Penulis melakukan wawancara tanya jawab dengan pihak-pihak yang berkompeten dalam bidang yang terkait.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dan pembahasan akan diuraikan meliputi : Uji komposisi kimia, struktur mikro, kekerasan pada material ring piston OM, ring piston NOM dan ring piston yang telah mengalami perlakuan panas. Material ring piston OM sebagai pembanding dengan material ring piston NOM dan ring piston NOM yang telah mengalami perlakuan panas.

Tabel 1. Keterangan Kode Material

No	Kode Material	Keterangan
1	Ring piston OM	Material ring piston original mesin sebagai pembanding
2	Ring piston NOM	Material ring piston non original mesin tanpa perlakuan panas
3	Sampel 1	Material ring piston non original mesin dengan 800°C ditahan selama 1 jam dengan media pendinginan udara
4	Sampel 2	Material ring piston non original mesin dengan perlakuan panas pada suhu 800°C ditahan selama 1 jam dengan media pendinginan udara
5	Sampel 3	Material ring piston non original mesin dengan perlakuan panas pada suhu 800°C ditahan selama 1 jam dengan media pendinginan udara

4.1. Analisis Komposisi Kimia

Pengujian komposisi kimia yang dilakukan di PT. PLN (Persero) PUSLITBANG KETENAGALISTRIKAN, Laboratorium Material, Jakarta. Pengujian komposisi kimia ini dilakukan untuk mengetahui kandungan unsur-unsur kimia yang terkandung pada ring piston. Berikut ini adalah tabel-tabel hasil pengujian komposisi pada ring piston OM dan ring piston NOM:

Hasil Perbandingan Komposisi Kimia

Tabel 2. Perbandingan komposisi kimia

	Unsur	Ring Piston NOM
Fe	77.5	89.2
C	>4.00	>4.00
Si	1.05	1.89
Mn	0.701	0.788
Cr	0.291	0.233
Mo	0.0361	0.250
Ni	<0.0250	0.143
Al	0.0057	<0.0050
Co	0.0257	0.0085
Cu	0.329	0.829
Nb	0.0379	<0.0050
Ti	0.0505	0.0405
V	0.0202	0.0189
W	>0.500	>0.0500
Pb	0.0412	0.0250

Berdasarkan dari tabel 2 perbandingan komposisi kimia pengujian *spectrometer* antara ring piston NOM terdapat perbedaan dengan material ring piston OM pada hasil analisis komposisi kimianya.

4.2. Analisis Metalografi

Struktur Mikro Sebelum Perlakuan Panas

Pengujian struktur mikro yang dilakukan di Sekolah Tinggi Teknik – PLN, Laboratorium Ilmu Logam, Jakarta. Data hasil pengujian struktur mikro ring piston untuk sampel non treatment dengan dilakukan etsa dan tanpa etsa dengan perbesaran lensa 100X dengan skala 5 μm . Tanpa larutan etsa menunjukkan bentuk grafit dari beberapa material memiliki perbedaan, baik dalam bentuk maupun ukuran grafit.



100X

Gambar 1. Grafit eutetik lamellar (OM tanpa etsa)

Ring piston OM seperti pada gambar 1 memiliki kemiripan dengan model grafit eutektik lamelar (Standar sebaran grafit menurut VDG-Merkblatt P441) yang berbentuk flake memanjang, tersebar pada seluruh permukaan. Stuktur seperti ini timbul pada besi cor karbon kelas tinggi dengan matriks perlite dan ukuran grafit yang cocok.



100X

Gambar 2. Grafit hipereutektik (NOM tanpa etsa)

Ring piston NOM seperti gambar 2 memiliki grafit hipereutektik ukuran serpih saling menumpuk dengan orientasi serpihan berbentuk gelap. Hal ini disebabkan jumlah grafit yang begitu banyak sehingga ferit sangat mudah mengendap.

Proses etching dimana adalah membersihkan kotoran-kotoran pada permukaan logam serta yang ada di dalam batas kristal atau proses membuat material menjadi terkorosi dengan larutan kimia khusus yang disebut etsa. Cairan yang dipakai pada saat etsa ini yaitu nital 2% dengan komposisi HNO₃ (Asam Nitrit) dan 100 ml alkohol 96% dengan penggunaan besi cor, baja karbon & low alloy hasil treatment stainless steel, material dengan perbedaan perlit ferit kontras. Setelah digunakan maka struktur mikro pada material akan terlihat jelas dengan menggunakan mikroskop atau metode yang biasa disebut metalografi. Berikut hasil metalografi setelah pengetsaan.



100X

Gambar 3. Struktur mikro ring piston OM

Struktur mikro ring piston OM dan ring piston NOM terjadi perubahan warna strukturnya tetapi ada kesamaan terjadi struktur yang terbentuk. Ring piston OM terdiri ferit dan perlit yang mempunyai kesamaan dengan besi cor kelabu yang ditunjukkan pada gambar 3 Ferit matrik lebih sedikit dan bahkan hampir tak terlihat pada permukaan material dibandingkan dengan perlit matrik yang lebih mendominasi, maka pada material ini lebih keras disebabkan fase sementit atau carbide dalam bentuk lamel-lamel. Sementit sangat penting perannya didalam membentuk sifat-sifat mekanik akhir baja.

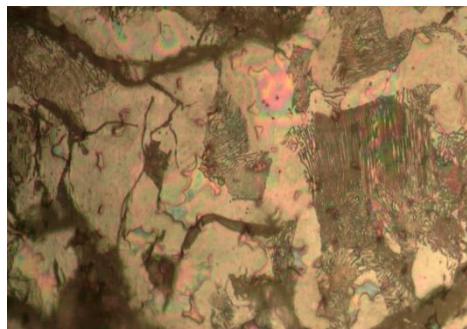


100X

Gambar 4. Struktur mikro ring piston NOM

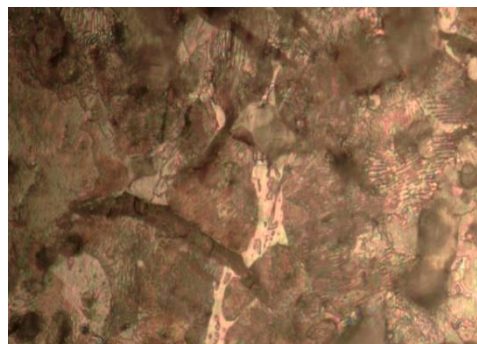
Pengaruh *Heat Treatment* Terhadap Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro dan proses *heat treatment* yang dilakukan di Sekolah Tinggi Teknik PLN, Laboratorium Ilmu Logam, Jakarta. Data yang diperoleh dari struktur mikro dapat dilihat pengaruh proses *heat treatment* terhadap perubahan struktur mikro jika dilihat dari proses awal hingga proses akhir dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



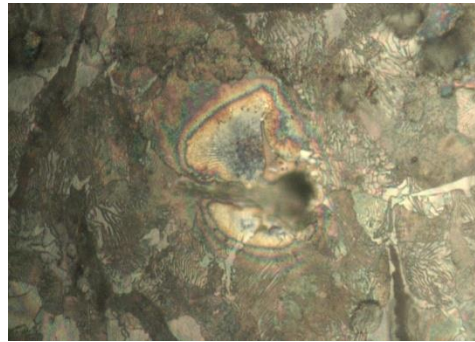
100X

Gambar 5. Struktur mikro dengan penahan waktu 1 jam



100X

Gambar 6. Struktur mikro dengan penahan waktu 2 jam



100X

Gambar 7. Struktur mikro holding time 3 jam

4.3. Analisa Uji Kekerasan

Nilai Kekerasan Sebelum Perlakuan Panas

Pengaruh *Heat Treatment* Terhadap Nilai Kekerasan

Pengujian kekerasan yang telah mengalami proses *heat treatment* pada temperatur austenisasi suhu 800°C dengan variasi waktu penahanan 1 jam, 2 jam, dan 3 jam dan dengan media pendinginan air. Dengan menggunakan metode *vickers*, Hasil nilai kekerasan yang didapatkan seperti pada tabel 3 dibawah ini:

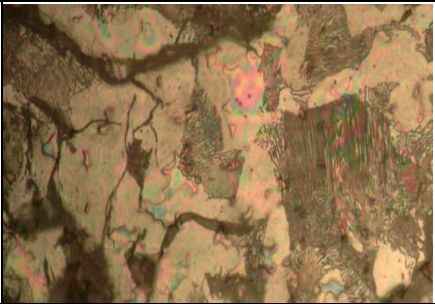
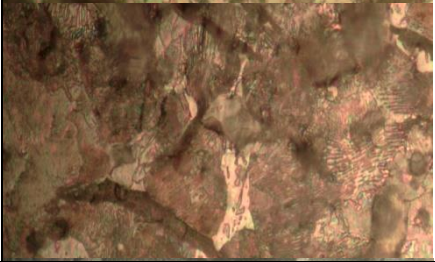
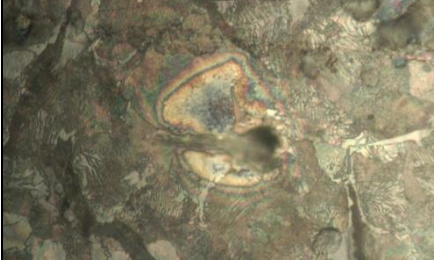
Hasill Perbandingan Uji Kekerasan

Tabel 3. Hasil Perbandingan Uji kekerasan

Sampel	Hasil Kekerasan (HV)			Hasil Rata-rata (HV)
	1	2	3	
Ring piston OM	280	331	318	309
Ring Piston NOM	186	177	168	177
Ring piston NOM (penahanan 1 jam)	167	186	192	181
Ring piston NOM (penahanan 2 jam)	220	225	226	223
Ring piston NOM (penahanan 3 jam)	322	291	291	301

4.4. Analisis Struktur Mikro Terhadap Kekerasan

Tabel 4. Hasil Uji Kekerasan dan Struktur Mikro

No	Sampel	Keterangan	Kekerasan (HV)	StrukturMikro
1	Ring Piston OM	Non-Treatment	309	
2	Ring Piston NOM	Non-Treatment	177	
3	Sampel 1	Treatment	181	
4	Sampel 2	Treatment	223	
5	Sampel 3	Treatment	301	

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil komposisi kimia pada material ring piston original mesin dan ring piston non original mesin memiliki perbedaan yang cukup signifikan pada nilai komposisi kimia.
2. Dari hasil uji kekerasan terjadi perbedaan pada nilai kekerasan material ring piston original mesin sebesar 309 HV, pada ring piston non original mesin sebesar 117, dan terjadi peningkatan ring piston non original mesin yang sudah mengalami perlakuan panas dengan penahanan waktu 1 sebesar 181 HV, dengan penahanan waktu 2 jam sebesar 223 dan dengan penahanan waktu 3 jam sebesar 301.
3. Dari hasil uji struktur mikro adanya perbedaan bentuk grafit dan nilai struktur yang berbeda pada material ring piston original mesin menunjukkan grafit eutektik lamelar dan struktur fasa ferit-perlit, ring piston non original mesin menunjukkan grafit hipereutektik dan struktur fasa ferit-perlit, dan ring piston non original mesin yang sudah mengalami perlakuan panas dengan penahanan waktu 1 jam menunjukkan grafit eutektik lamelar dan struktur fasa ferit-perlit, 2 jam menunjukkan grafit eutektik lamelar dan struktur fasa ferit-perlit dan 3 jam menunjukkan grafit eutektik lamelar dan struktur fasa ferit-perlit.
4. Proses perlakuan panas dapat meningkatkan kekerasan pada ring piston non original mesin, terbukti dengan penahanan waktu 3 jam dengan nilai kekerasan sebesar 301 HV mendekati ring piston original mesin dengan nilai kekerasan sebesar 309 HV.
5. Terjadinya peningkatan kekerasan pada ring piston non original mesin yaitu sebesar 177 HV setelah dilakukan perlakuan panas dengan penahanan waktu 1 jam terjadi kenaikan sebesar 181 HV, dengan penahanan 2 jam terjadi kenaikan sebesar 223 HV, dan pada penahanan waktu 3 jam 309 HV yang mendekati nilai kekerasan pada ring piston original mesin yang memiliki kekerasan 309 HV.

5.2. Saran

Sebaiknya gunakan variasi penahanan yang lebih lama dari penelitian ini dan lakukan pengujian impact agar dapat diketahui beban yang bias diterima pada material Selain itu perlu dilakukannya proses *coating* untuk meningkatkan ketebalan pada permukaan ring piston.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan terlaksananya penelitian internal ini penulis Teknik Mesin STT-PLN mengucapkan terima kasih kepada KLPPM STT PLN dan semua pihak terkait atas bantuannya yang tidak ternilai sehingga semua rencana kegiatan penelitian pada semester Ganjil tahun akademik 2018/2019 ini terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Callister, W.D.J., *Materials Science And Engineering an introduction*, 2007, New York, John Willey and Sons, Inc
- [2] Nurrohim Agus, *Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida sebagai Solusi Kelistrikan di Daerah Terpencil*, Pusat Teknologi dan Konserasi Energi Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, 2012.
- [3] Yunus A. Cengel dan Michael A. Boles, *Thermodynamics An Engineering Approach*, Edisi 5. New York, McGraw-Hill, 2005.

- [4] Klell Manfred, *Lectures Based on Script of the Institute for Internal Combustion Engine and Thermodynamics*, Technical UnVeristiy Graz dan Jenbacher System, Graz, 1998.
- [5] Breinesberger Josef, *Pure Plant Oil A New Fuel, Pure Plant Oil As Fuel Technical Aspect and LegislatVe Context*, Agriforenergy, 2011.
- [6] D. K, Doan, *Combustion, Emission, and Performance of Pure Plant Oils in A Low Speed Indirect Injection Diesel Engine*, Tugas Magister, Teknik Mesin FTMD ITB, 2011.