

Analisa Kegagalan Ring Piston Mesin Diesel Type YMD MAN B&W(5S35MC-C9-2) di KM. Spil Hasya

Ngatmin

Politeknik Maritim Negeri Indonesia

Yulius Oscar

Politeknik Maritim Negeri Indonesia

Gunawan Budi Santoso

Politeknik Maritim Negeri Indonesia

Juwarlan

Politeknik Maritim Negeri Indonesia

Khaeroman

Politeknik Maritim Negeri Indonesia

korespondensi penulis: ngatmin@polimarin.ac.id

Abstract. *The research method used was a qualitative experiment, starting with taking broken piston rings No. 2 and 3, cutting the piston rings and testing them with hardness tests and composition tests carried out at the Indonesian State Maritime Polytechnic and Undip Central Java Integrated Lab. From the results of this research, it can be concluded that the used broken ring number 3 has the highest hardness of 140.26 HB and the used ring number 2 is 131.50 HB, so it can be concluded that the piston ring that has been used and exposed to high heat causes an increase in hardness and causes it to break. The composition test results showed that the carbon content of the new ring no. 2 was the highest at 15.30% and that in the used ring no. 2 was 12.08% because the compression ring was in direct contact with the compression chamber or in contact with heat. For the used number 3 piston ring, the carbon content is 10.43 and the new one is 11.02 because it is positioned below the compression ring and is not in direct contact with heat. for the used ring no.2, the Silicon (Si) content is low, namely 2.15% compared to the new one, 2.75% because the nature of Silicium is that it is resistant to high temperatures and as a compression ring compared to ring no.3, fracture occurs because there are no Manganese or Phosphate elements. which is wear resistant, strong and elastic. The microstructure of piston ring No. 2 is broken and the new two piston rings are less dense and have rough gaps. The broken piston ring structure of No. 3 and the new one looks a bit gray and has high levels of graphite iron and carbon elements.*

Keywords: *Piston Ring, Hardness Test, Composition Test, Microstructure.*

Abstrak. Metode penelitian yang digunakan dengan eksperimen kualitatif diawali dengan mengambil patahan ring piston no.2 dan 3, memotong ring piston dan diujikan dengan uji kekerasan dan uji komposisi dilaksanakan di Politeknik Maritim Negeri Indonesia dan Lab Terpadu Undip Jawa Tengah. Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa Ring bekas yang

patah nomor 3 kekerasannya paling tinggi 140.26 HB dan ring bekas nomor 2 yaitu 131.50 HB maka bisa disimpulkan bahwa ring piston yang sudah dipakai dan terkena panas tinggi maka terjadi kenaikan kekerasan dan menyebabkan patah. Hasil uji komposisi kandungan karbon ring baru no.2 paling tinggi 15.30 % dan terdapat pada ring bekas no.2 yaitu 12.08 % karena ring kompresi yang berhubungan langsung dengan ruang kompresi atau bersentuhan dengan panas. Untuk ring piston nomor 3 bekas kandungan karbonnya 10.43 dan yang baru 11.02 karena posisinya dibawahnya ring kompresi dan tidak bersentuhan langsung dengan panas. Untuk ring yang no.2 bekas kandungan Silikonnya (Si) rendah yaitu 2.15 % dibanding dengan yang baru 2.75 % karena sifat Silisium merupakan tahan terhadap temperatur yang tinggi dan sebagai ring kompresi dibanding dengan ring no.3 terjadi patah karena tidak ada unsur Mangan atau Pospat yang bersifat ketahanan aus, kuat dan elastis. Struktur mikro ring piston no.2 yang patah dan yang baru kedua ring piston berserat kurang padat dan terdapat celah-celah kasar. Struktur ring piston no.3 yang patah dan yang baru terlihat agak kelabu dan tingginya unsur besi grafit dan unsur karbon.

Kata Kunci: Ring Piston, Uji Kekerasan, Uji komposisi, Struktur mikro,

1. PENDAHULUAN

PT. SPIL merupakan perusahaan yang bergerak dibidang jasa pelayanan transportasi laut untuk memenuhi kebutuhan barang kepada masyarakat diseluruh nusantara. PT. SPIL berdiri pada tahun 1970 dengan nama PT. Samudera Pacifik, pada awalnya memiliki kapal kayu. Pada tahun 1984 berubah menjadi PT. Salam Pacific Indonesia Lines sampai saat ini dan memiliki kurang lebih 100 kapal yang meliputi kapal kontainer, kapal roro, kapal curah, kapal tanker, tugboat dan bascrane dan mulai tahun 2012 memiliki 28 kantor cabang diseluruh Indonesia dan jumlah karyawan kurang lebih 4000 orang baik darat maupun laut.

Kapal laut merupakan alat transportasi yang digunakan di laut tentunya diperlukan alat penggerak yaitu mesin induk dan mesin bantu yang mendukung pergerakan kapal. Mesin induk adalah peran utama sebagai penggerak kapal. kapal digerakan oleh mesin diesel atau mesin induk dengan perantara propeller yang akan mendorong pergerakan kapal. Sedangkan pesawat bantu adalah semua mesin yang mendukung pengoperasian mesin induk seperti generator engine, ketel uap, pompa-pompa dan lain-lain. Mesin diesel mempunyai komponen atau rangkaian yang selalu berkaitan rangkaian mesin antara lain ada block mesin, cylinder head, Cylinder Liner, Piston, piston ring, piston rod crank shaft dan sebagainya. Ring piston merupakan bagian yang rentang terjadi kerusakan/patah karena berhubungan langsung dengan tekanan/kompresi antara udara dengan bahan bakar sehingga menimbulkan panas yang berlebihan. menyebabkan ring piston panas/terjadi keausan. Berdasarkan komponen tersebut ring piston merupakan bagian yang sangat penting dan perlu dilakukan pengecekan secara berkala untuk melihat apakah ring piston tersebut masih berfungsi dengan baik atau terjadi patah.

Ring piston terjadi patah disebabkan beberapa hal antara lain 1. Terjadi kelelahan bahan 2. kurangnya pelumasan pada cylinder liner, 3. Timbulnya panas yang berlebihan karena injector tidak bekerja dengan baik dan terjadi keausan pada cylinder liner sehingga compresinya lolos. Mesin kapal wajib dilakukan perawatan rutin oleh engineer bertujuan untuk mengetahui kondisi mesin masih layak atau tidak dan melakukan overhaul pada diesel engine. dikarenakan batas jam kerja yang sudah ditentukan atau sesuai dengan kondisi, maka engineer wajib melakukannya. Setelah melakukan overhaul maka dilakukan pengukuran atau pengecekan komponen-komponennya (Hermawati Lilin, dkk, 2020).

Ring Piston adalah salah satu komponen yang terletak pada alur ring (ring groove) pada piston crown atau torak. Diameter luar ring lebih besar dibanding dengan diameter piston itu sendiri. Ketika ring piston terpasang pada pistonnya karena ring piston itu sifatnya elastis dan dapat mengembang pada saat beroperasi. Ring piston terbuat dari bahan yang dapat bertahan lama, umumnya dibuat dari baja tuang spesial yang tidak akan merusak dinding silinder. Ring piston pada motor diesel mesin induk kapal 2 langkah terdapat 4 buah ring diantaranya 1st Ring Controlled Pressure Relief (CPR), 2nd Ring Left cut, 3rd Ring Right cut dan 4th Ring Left cut. Ring kompresi bekerja untuk memperbesar kompresi mesin pada saat langkah kompresi, dan 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. Ring kompresi pertama biasanya diberi tanda dengan CPR yang menunjukkan ring kompresi pertama, ring kompresi tidak boleh disubstitusikan dengan ring kompresi kedua dikarenakan bahan yang digunakan berbeda antara kompresi pertama dan kedua. Sedangkan, skrap ring terdapat pada Ring 3 dan 4 bekerja untuk mengikis minyak pelumas yang menempel pada bagian dinding silinder, agar oli tersebut tidak masuk secara berlebihan ke dalam ruang bakar (Yamagata., 2005)

Penelitian Kamega Sulistiyana, 2013 menyatakan bahwa Ring piston kompresi merupakan komponen mesin yang sangat penting perannya. Apabila ring piston mengalami kerusakan maka akan menyebabkan kebocoran gas sehingga tenaga mesin menjadi berkurang. Selain itu oli akan masuk dan bercampur ketika proses pembakaran yang dapat mengakibatkan kegagalan mesin.



Gambar 1. Kondisi Piston Ring yang patah no.2 dan 3

a. Rumusan Masalah

Dilihat dari running hours menunjukkan 5191 jam dibawah normal untuk itu penulis merumuskan sebagai berikut:

1. Pengujian patahnya ring piston no.2 dan 3 yang menggunakan uji kekerasan material hard brinell dengan cara membandingkan ring yang baru?
2. Pengujian patahnya ring piston no.2 dan 3 menggunakan uji komposisi unsur kimia dengan alat SEM dengan membandingkan ring yang baru?
3. Struktur mikro pada ring piston yang patah dan yang baru.

b. Batasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Material yang diujikan adalah Ring piston yang terjadi patah dan membandingkan yang baru
2. Pengujian sampel uji kekerasan Hard Brinell (HB), uji struktur mikro dan uji komposisi material dengan alat SEM

a. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1. Untuk mengetahui patahnya ring piston dengan uji kekerasan material ring piston Merk YMD Man B&W dan yang baru.
2. Untuk mengetahui dan membandingkan unsur-unsur kimia yang terkandung pada material ring piston yang patah dan yang baru.
3. Untuk mengetahui struktur mikro ring piston yang patah dan yang baru pada mesin MAN B&W.

2. METODOLOGI PENELITIAN

1 Alat Uji

a. Kapal Spil Hasya

Penelitian ini mengenai Analisis kegagalan ring piston no.2 dan 3 pada mesin induk kapal KM.Spil Hasya dengan data-data sebagai berikut :



Gambar 2. Buritan kapal Spil Hasya

▪ NAMA KAPAL	: KM. SPIL HASYA
▪ CALL SIGN	: YBTX2
▪ MMSI	: 525100478
▪ I M O NUMBER	: 9823780
▪ NATIONALITY	: INDONESIA
▪ PORT OF REGISTRY	: TG.PERAK
▪ GRT / NRT	: 10.165/5692 T
▪ DWT / LIGHT SHIP	: 10.806 ,45 T / 4.016 T
▪ DISPLACEMENT	: 14822.70 T
▪ L O A / LBP	: 135,70 M / 133.00 M
▪ MAIN ENGINE	: MAN 5S50ME - 59.3
▪ AUXILIARY ENGINE	: CUMMINS K19 – D (M) ▪
MAXIMUM POWER	: 6.050 KW
▪ TYPE OF RUDDER	: HALF BALANCE
▪ YEAR OF BUILD	: 2017

Dengan metode Eksperimen kualitatif mencari sumber data berupa data primer dan data sekunder. Teknik Pengumpulan data yang dilakukan meliputi observasi, wawancara, dan dokumentasi. Selain itu dilakukan dengan membersihkan ring piston bekas yang patah pakai solar, memotong ring piston dan diujikan dengan uji kekerasan dan uji komposisi dilaksanakan di Politeknik Maritim Negeri Indonesia dan Lab Terpadu Undip Jawa Tengah.

b. Scanning Electron Microscope (SEM) Type CARL ZEISS EVO MA 15

Mikroskop elektron merupakan salah satu jenis mikroskop yang memanfaatkan energi dari elektron untuk karakteristik suatu bahan. Penelitian ini akan focus membahas salah satunya yaitu Scanning Electron Microscope (SEM). Scanning Electron Microscope (SEM) adalah mikroskop elektron yang digunakan untuk melihat permukaan citra suatu bahan, selain

itu juga dapat memberikan informasi terkait komposisi unsur kimia dalam suatu bahan, Kemampuan inilah yang membuat SEM banyak digunakan untuk keperluan penelitian dan industri. Jenis mikroskop ini menggunakan elektro magnetik dan elektro statik sebagai pengganti cahaya untuk mengontrol cahaya yang masuk dan penampakan gambar yang dihasilkan. SEM memiliki Field view (FOV) yang besar, bisa melakukan pembesaran objek hingga satu sampai dua juta kali, namun juga menjamin resolusi gambar yang jauh lebih bagus dibandingkan dengan mikroskop cahaya. Phenom desktop SEM merupakan mikroskop electron serbaguna yang hanya membutuhkan ruang dan perawatan yang lebih sedikit dibandingkan SEM floor Model. Phenom desktop SEM dapat diakses oleh siapa saja dari professional hingga academia dan digunakan untuk banyak aplikasi termasuk earth science, elektronik, forensik, industry manufacturing, life science, dan materials science.

c. Uji kekerasan (hardness tester)

Alat pengujian kekerasan adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur nilai kekerasan atau kekakuan suatu material. Nilai kekerasan tersebut didapat dengan menekan indenter ke permukaan benda uji. Pengujian brinell cara pengujian brinell dilakukan dengan penekanan sebuah bola baja yang terbuat dari baja krom yang telah dikeraskan dengan diameter tertentu oleh suatu gaya tekan secara statis kedalam permukaan logam yang diuji tanpa sentakan. Permukaan logam yang diuji harus rata dan bersih. Diameter paling atas dari lekukan tersebut diukur secara teliti. (surdia dan saito, 1992:31).

Rumus yang dipakai untuk menentukan kekerasan logam yang diuji yaitu :

$$BHN = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

Keterangan :

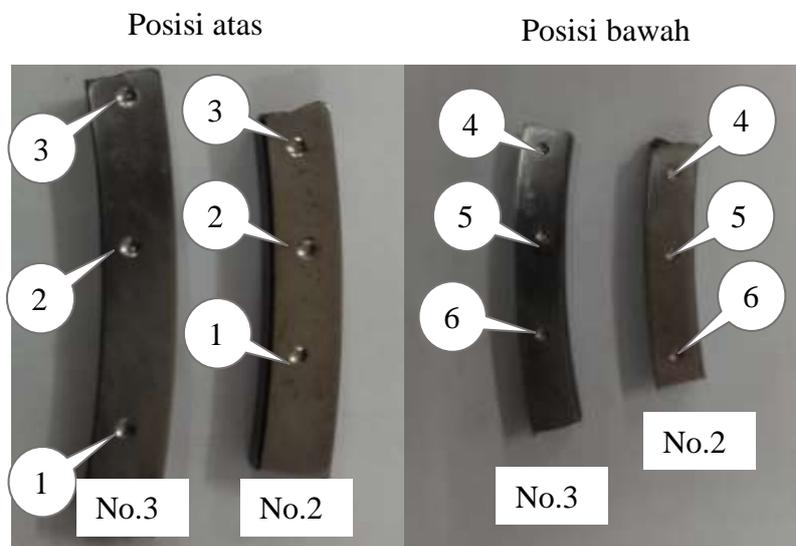
P = beban yang diberikan (kp atau kgf)

D = diameter indenter yang digunakan

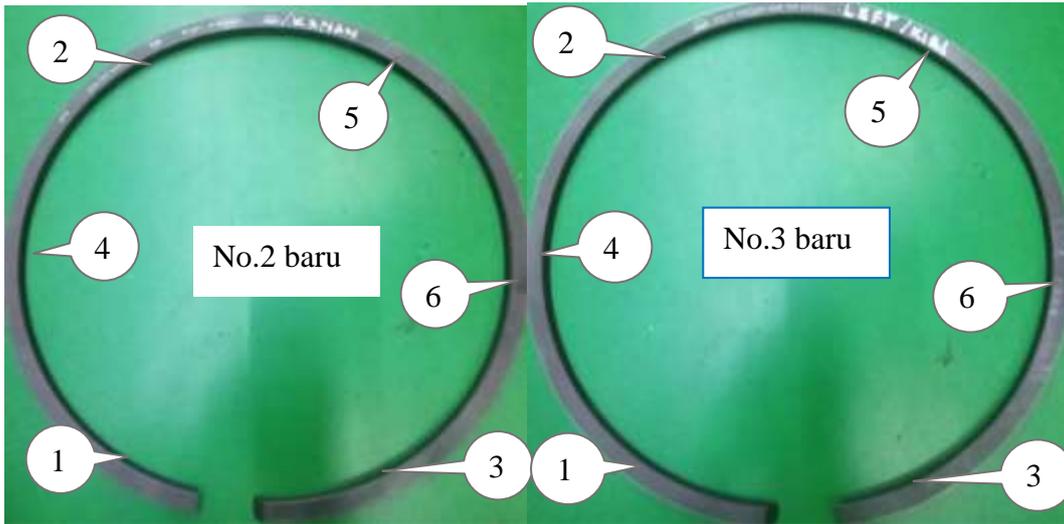
d = diameter bekas lekukan

1. Bahan uji

a. Ring Piston yang patah dan yang baru no.2 dan 3

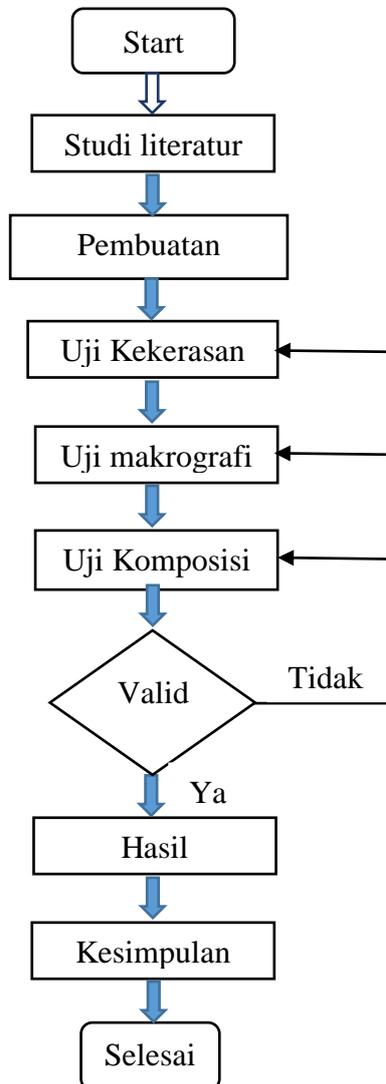


Gambar 3. Nomor titik Uji kekerasan ring piston baru no.2 dan 3



Gambar 4. Nomor titik uji kekerasan ring piston baru no. 2 dan no.3 merk Izar Man B&W

3. ALUR PENELITIAN



Tabel 1 Hasil uji Kekerasan

Nama	Beban Mavo	Kekerasan HB						Rata- rata HB
		1	2	3	4	5	6	
Ring Bekas no.2 yg patah Merk YMD Man B&W	750	120.9 3	136.4 8	138.0 7	136.48	134.56	122.4 8	131.50
Ring baru no.2 Merk Izar Man B&W	750	130.8 7	122.4 8	125.7 1	125.73	115.83	114.2 8	122.48
Ring bekas no.3 yg patah Merk YMD Man B&W	750	142.6 0	149.2 8	146.1 0	146.54	134.56	122.4 8	140.26
Ring baru no.3 Merk Izar Man B&W	750	110.9 4	110.7 4	111.3 1	109.89	110.74	108.5	110.35

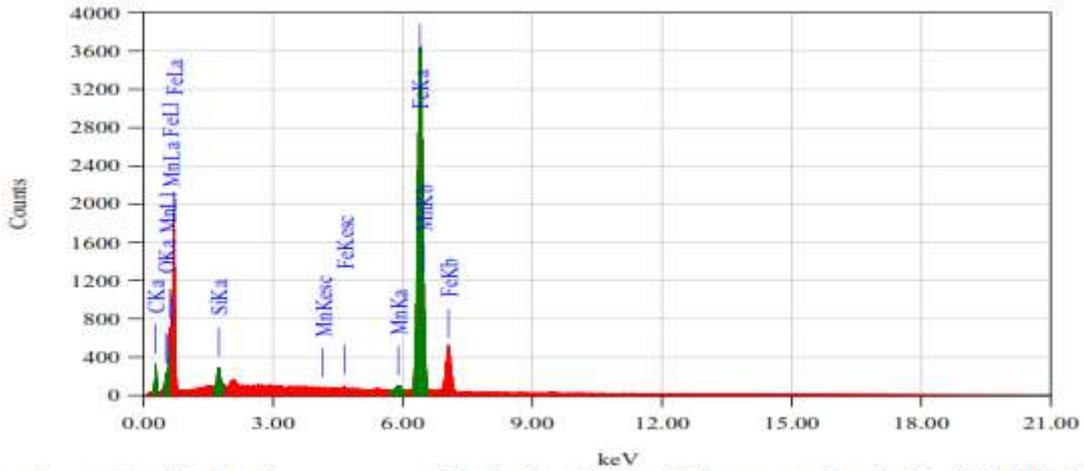
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Kekerasan

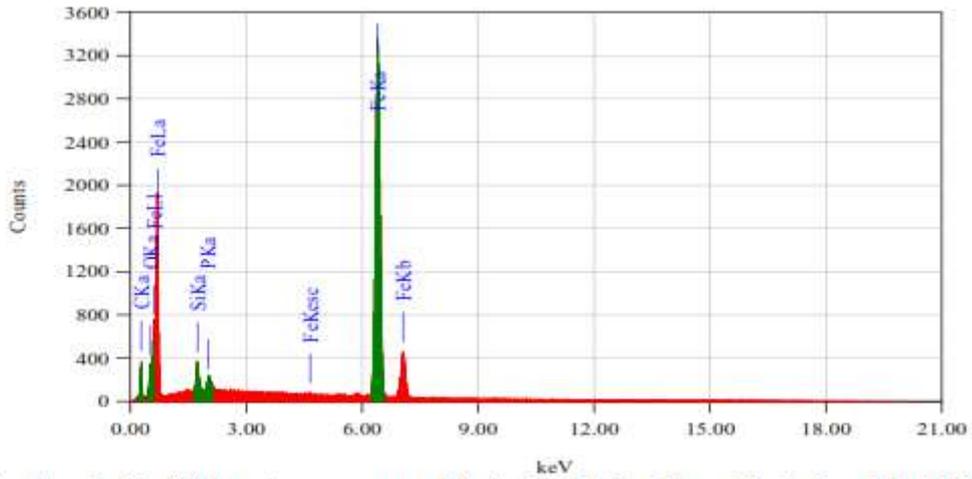
Dilihat dari tabel 1 hasil uji kekerasan rata-rata ring bekas nomor 2 yaitu 131.50 HB, uji kekerasan rata-rata ring baru no.2 yaitu 122.48 HB, uji kekerasan rata-rata ring bekas no.3 yang patah 140.26 HB dan uji kekerasan rata-rata ring baru nomor 3 yaitu 110.35 HB. Untuk ring bekas yang patah nomor 3 kekerasannya paling tinggi 140.26 HB dan ring bekas nomor 2 yaitu 131.50 HB maka bisa disimpulkan bahwa ring piston yang sudah dipakai terjadi kenaikan kekerasan Uji kekerasan ring piston bekas no.3 yang patah cenderung paling tinggi yaitu 140.26 HB dan paling rendah ring baru no.3 yaitu 110.35 HB.

Uji Komposisi Kimia

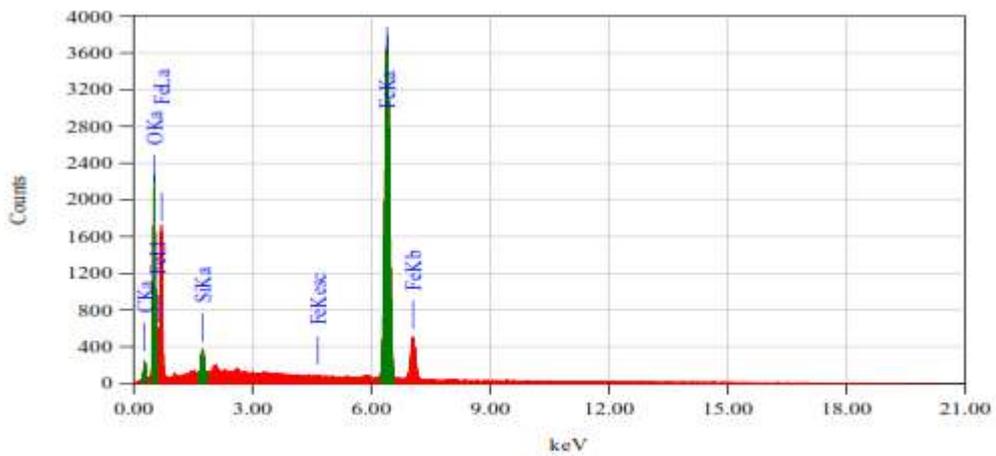
Scanning Electron Microscope (SEM) merupakan sebuah alat pengamatan struktur mikro yang terdapat dalam material tertentu, selain itu dapat digunakan untuk mengetahui komposisi kimia material. Permukaan benda kerja atau material dipindai dengan elektron dan sinar elektron yang dipantulkan kemudian dikumpulkan, setelah itu ditampilkan pada sebuah layar melalui detector. Perbesaran lensa yang mampu dilakukan oleh Scanning Electron Microscope (SEM) sebesar 10 sampai lebih dari 50.000 kali dimungkinkan (Supriyono, 2017). Metode uji komposisi dengan memotong sampel 0.5 cm persegi dibersihkan dan dipoles/diamplas. lalu diuji SEM. hasilnya dilihat pada grafik dan table dibawah ini:



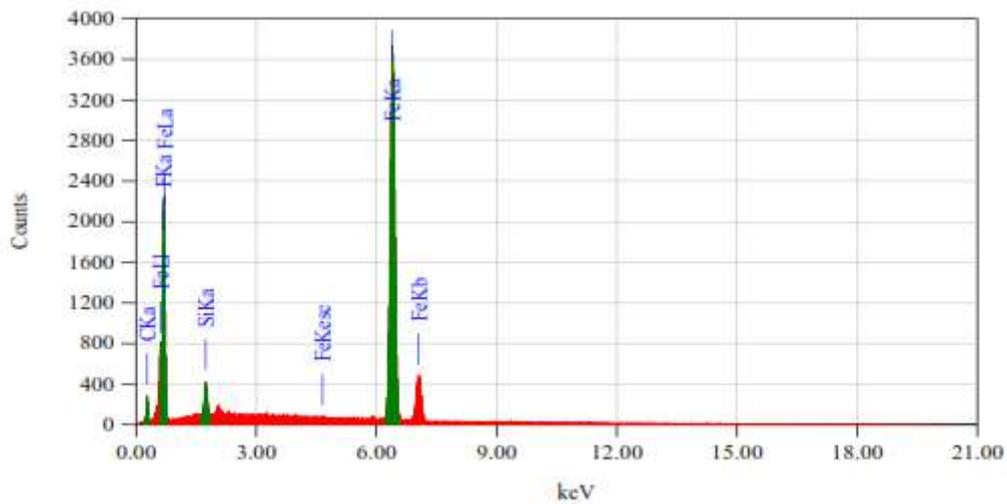
Gambar 6. Grafik kandungan unsur kimia No.2 Ring Bekas yang Patah Merk YMD Man B&W



Gambar 7. Grafik kandungan unsur kimia No.2 Ring Baru Merk Izar Man B&W



Gambar 8. Grafik kandungan unsur kimia No.3 Ring Piston Bekas yang patah Merk YMD Man B&W

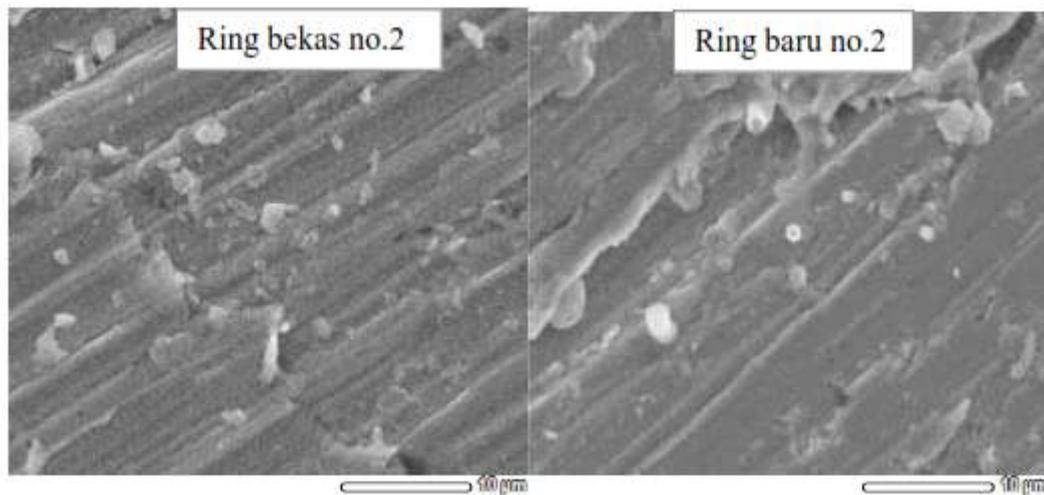


Gambar 9. Grafik kandungan unsur kimia No.3 Ring Baru Merk Izar Man B&W

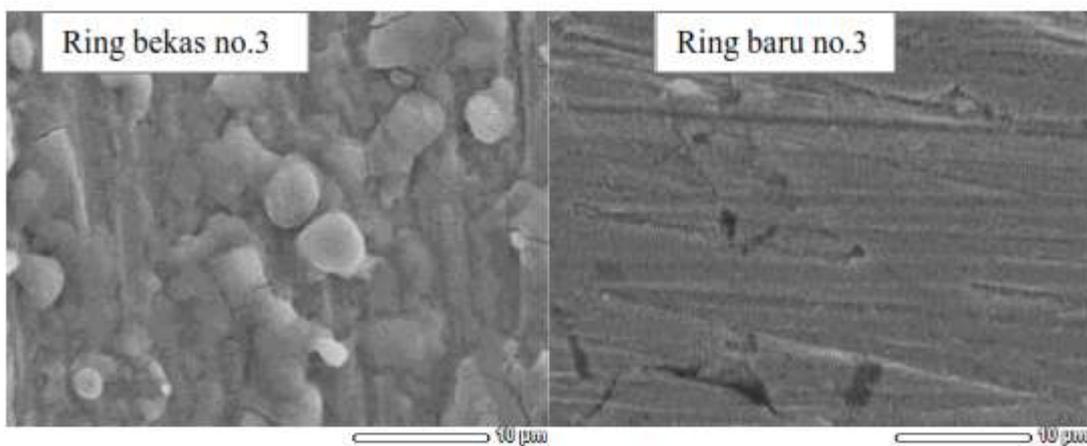
Tabel 2. Hasil Uji Komposisi Unsur Kimia Ring Piston

NO			
1	Ring Bekas No.2 merk YMD Man B&W yang Patah	C	12.08
		SiO ₂	2.15
		MnO	0.97
		FeO	84.81
2	Ring Baru No.2 merk Izar Man B&W	C	15.3
		SiO ₂	2.75
		P ₂ O ₅	1.05
		FeO	80.9
3	Ring Bekas No.3 merk YMD Man B&W yang patah	C	10.43
		SiO ₂	2.79
		FeO	86.78
4	Ring Baru No.3 Izar Man B&W	C	11.02
		F	3.19
		SiO ₂	3.21
		FeO	82.59

Dilihat tabel 2 hasil uji komposisi kandungan karbon ring baru no.2 paling tinggi 15.30 % dan terdapat pada ring bekas no.2 yaitu 12.08 % karena ring kompresi yang berhubungan langsung dengan ruang kompresi atau bersentuhan dengan panas. Untuk ring piston nomor 3 bekas kandungan karbonnya 10.43 dan yang baru 11.02 karena posisinya dibawahnya ring kompresi dan tidak bersentuhan langsung dengan panas. Untuk ring yang no.2 bekas kandungan Silikonnya (Si) rendah yaitu 2.15 % dibanding dengan yang baru 2.75 % karena sifat Silisium merupakan tahan terhadap temperatur yang tinggi karena sebagai ring kompresi dibanding dengan ring no.3 justru tinggi 2.79 % juga terjadi patah karena tidak ada unsur Mangan atau Pospat yang bersifat ketahanan aus, kuat dan elastis. Sedangkan untuk kandungan besinya yang ring no. 2 bekas dan dan no.3 bekas justru tinggi dibanding dengan ring baru. karena dipengaruhi oleh unsur lain.



Gambar 10. Struktur Mikro Ring Bekas patahan no. 2 dan yang baru



Gambar 11. Struktur Mikro No.3 Ring Piston Bekas dan yang baru

5. KESIMPULAN

UJI KEKERASAN

Hasil uji kekerasan rata-rata ring bekas nomor 2 Merk YMD Man B&W yaitu 131.50 HB dan yang baru Merk Izar Man B&W 122.48 HB, uji kekerasan rata-rata ring bekas no.3 yang patah 140.26 HB dan uji kekerasan rata-rata ring baru nomor 3 yaitu 110.35 HB. Untuk ring bekas yang patah nomor 3 kekerasannya paling tinggi 140.26 HB dan ring bekas nomor 2 yaitu 131.50 HB maka bisa disimpulkan bahwa ring piston yang sudah dipakai dan terkena panas tinggi maka terjadi kenaikan kekerasan.

UJI KOMPOSISI

Hasil uji komposisi kandungan karbon ring baru no.2 paling tinggi 15.30 % dan terdapat pada ring bekas no.2 yaitu 12.08 % karena ring kompresi yang berhubungan langsung dengan ruang kompresi atau bersentuhan dengan panas. Untuk ring piston nomor 3 bekas kandungan karbonnya 10.43 dan yang baru 11.02 karena posisinya dibawahnya ring kompresi dan tidak bersentuhan langsung dengan panas. Untuk ring yang no.2 bekas kandungan Silikonnya (Si) rendah yaitu 2.15 % dibanding dengan yang baru 2.75 % karena sifat Silisium merupakan tahan terhadap temperatur yang tinggi dan sebagai ring kompresi dibanding dengan ring no.3 justru tinggi 2.79 % juga terjadi patah karena tidak ada unsur Mangan atau Pospat yang bersifat ketahanan aus, kuat dan elastis. Sedangkan untuk kandungan besi pada ring no. 2 bekas dan no.3 bekas tinggi dibanding dengan ring baru.

STRUKTUR MIKRO

Struktur mikro ring piston no.2 yang patah dan yang baru kedua ring piston terlihatnya banyak grafit yang menyebar berbentuk flake yang biasa terdapat pada besi cor kelabu dan seratnya yang berwarna kelabu. bahwa materialnya berserat kurang padat dan terdapat celah-celah kasar. Struktur ring piston no.3 yang patah dan yang baru untuk ring bekas no.3 terlihat agak kelabu dan tingginya unsur besi grafit yang menyebar berbentuk flake dibanding dengan ring baru no.3 yang berwarna kehitaman dengan tingginya unsur karbon.

DAFTAR PUSTAKA

- A I. Opaluwal, 2015 "Age Strengthening of Grey Cast Iron Alloys for Machine Cutting Tools Production", Department of Foundry Engineering, Federal Polytechnic, Idah, Nigeria.
- A. Zavos a, P. Nikolakopoulos, 2015 "Effects of Surface Irregularities on Piston Ring Cylinder Tribo Pair of a Two Stroke Motor Engine in Hydrodynamic Lubrication" Vol. 37, No. 1,1-12 Tribology in Industry.
- Amanto dan Daryanto, 1999 Ilmu Bahan Bumi Aksara Jakarta Hal 63-67
- Didit Sumardiyanto dkk, 2017 "Pengaruh Keausan Ring piston terhadap kinerja Mesin" Fakultas Teknik Mesin, Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta Jurnal Vol. 2 No. 1 April 2017 Kajian Teknik Mesin.
- Gusti Rusydi Furqon S, dkk, 2016 "Analisa Uji Kekerasan pada Poros Baja ST 60 dengan media Pendingin yang berbeda" Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari (UNISKA) Jurnal Teknik Mesin Vol. 01 No. 02, 2016 ISSN 2502 – 4922.
- Hermawati Lilin, dkk 2020 "Analisa Pengukuran Cylinder Liner dan Piston pada Overhaul Diesel Engine "Jurnal of Mechanical Engineering and Science Vol.1, No.2.
- Ika Sri Hardyanti, dkk, 2017 "Pemanfaatan Silika (SiO₂) dan Bentonit sebagai Adsorben Logam Berat Fe pada Limbah Batik" Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Jurnal Terapan Vol 3 dan 2 Universitas Negeri Semara
- J Ziliwu et al., 2020 "Penggunaan mesin induk pada alat tangkap purse seine di KM. Surya Jaya" Jurnal Aurelia, Vol. 2 (1): 9-18 11b.
- Kamega Sulistiyana, dkk 2013 "Deteksi kerusakan Ring Piston pada Mesin Empat Langkah melalui pengukuran Sinyal Getaran "1, Program Sarjana– Jurusan Teknik Mesin – Universitas Sebelas Maret Volume 12 Nomor 1.
- Muhammad Suharto, 2020 "Analisis kerusakan pada klep gas buang motor induk di MV. Energy Midas" Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
- Surdia Tata, 1992, Pengetahuan Bahan Teknik, PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Supriyono. 2017. Material Teknik. Surakarta: Muhammadiyah University Press
- Yamagata H, 2005 "The Science and Technology of Materials in Automotive Engines" Woodhead Publishing, Cambridge, England.