

ANALISIS KUALITAS BATANG PISTON ORIGINAL DAN NON ORIGINAL PADA KENDARAAN RODA DUA 4 LANGKAH KAPASITAS 113 CC

Kis Yoga Utomo¹, Ahmad Zayadi², Masyhudi³, Deni A⁴

1). Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana Jl. Raya Jatiwaringin, Pondok Gede, Jakarta Timur, Jakarta 13077. 2,3,4) Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional Jl. Sawo Manila Pejaten Jakarta Selatan.

Korespondensi: yogauto760@gmail.com

Abstract,

Quality Analysis of Original and Non-Original Piston Rods on Two-Wheel Vehicles 4 Stroke Capacity 113 cc, piston rods are important spare parts on motorcycles, because their function is to transmit the power generated in the combustion process from the piston to the crankshaft on the vehicle. If there is damage to the piston rod which can cause the piston rod to be bent or even broken, so that it has an impact on the safety factor when driving a motor vehicle. The purpose of this study was to determine the mechanical characteristics of the piston rod material (connecting rod) of original and non-original products, and to compare the quality of the piston rods of original and non-original products from two different manufacturers. The method used in this study was the ASTM E 3 microstructure test, the SNI 19-0409-1989 hardness test, and the ASTM A 751 chemical composition. Metallographic testing revealed that the microstructure of the original motorcycle piston rod was tempered martensite with a fine grain of 60-80 cm. 70%, while the microstructure of the non-original motorcycle piston rod is tempered martensite with 40% coarse grain. Medium hardness test The hardness value of the original piston rod material is 428 HV, which is higher than the non-original motorcycle piston rod material hardness value of 396 HV. As well as testing the chemical composition that the value of the element Al contained in the original motorcycle piston rod material is 0.0314% > 0.0184% non-original motorcycle piston rod material in the chemical composition testing process.

Keywords: piston rod, two-wheeled vehicle, microstructure, hardness test, chemical composition

Latar Belakang

Pembangunan di Indonesia masih belum merata di seluruh wilayah Indonesia. Industri barang dan jasa terkonsentrasi di kota-kota besar di Indonesia, seperti Jabodetabek, Surabaya, Medan, Semarang, Bandung, Makasar. Dampak dari industri tersebut menyebabkan terjadinya urbanisasi dari desa ke kota-kota besar, sehingga penduduknya semakin padat. Dampak lainnya terjadi kemacetan lalu lintas yang menjadi pemandangan setiap hari terutama di hari kerja. Sehubungan hal tersebut, sepeda motor menjadi salah satu pilihan utama sebagai alat transportasi penduduk. Alasan utama penggunaan sepeda motor tersebut dikarenakan bahan bakar efisien, biaya perawatan murah, dan sesuai untuk kondisi jalan yang kondisi hampir setiap harinya mengalami kemacetan, saat ini sepeda motor tidak hanya digunakan sebagai alat transportasi jarak dekat tetapi juga jarak jauh seperti pada saat mudik lebaran. Sepeda motor diproduksi agar dapat memudahkan pekerjaan manusia, maka diharapkan komponen sepeda motor didesain secara efektif dan efisien serta menggunakan material komponen yang berkualitas dan tahan lama. Pada saat proses pembakaran yang terjadi didalam ruang silinder,

tenaga yang dihasilkan oleh gas pembakaran sangat tinggi. Jika piston dan kelengkapannya tidak mampu menahan daya ledak dari proses pembakaran tersebut, dapat dipastikan kalau piston dan batang piston dapat mengalami kerusakan dan pecah. Batang piston (connecting rod) berfungsi meneruskan tenaga dari proses pembakaran menuju poros engkol agar diubah dari gerak translasi menjadi gerak putar dan dari energi panas menjadi energi mekanik. Hal ini berdampak pada connecting rod yang menerima beban antara lain gaya aksial, momen lentur, gaya geser, gaya puntir, tegangan tarik dan tegangan tekan. Untuk meminimalkan terjadinya penyebab kerusakan connecting rod maka diperlukan gaya mengendarai sepeda motor yang baik, kualitas oli dijaga, dan bore up sesuai ketentuan untuk perbandingan kompresi mesin agar beban kerja connecting rod semakin ringan. Pada saat ini, banyak produsen pembuat suku cadang kendaraan bermotor roda dua yang menawarkan produknya dengan kualitas bersaing dan harga jual lebih murah 50% sampai 100% dibandingkan suku cadang asli dari pabrikan sepeda motor pembuatnya. Salah satu suku cadang yang diproduksi adalah connecting rod. Setiap pabrikan

dengan merek tertentu memproduksi connecting rod yang memiliki perilaku mekanik berbeda sehingga perlu dilakukan penelitian yang benar agar dapat diketahui kualitas dari connecting rod yang ada di pasaran.

Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian adalah :

1. Batang piston untuk sepeda motor 4 langkah kapasitas 113 cc Ori dan non-Ori.
2. Pengujian yang dilakukan terhadap kedua batang piston sebagai berikut :
 - a. Makrostruktur dan mikrostruktur.
 - b. Uji kekerasan.
 - c. Komposisi kimia.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini mempunyai tujuan sebagai berikut :

1. Mengetahui karakteristik mekanik material batang piston (connecting rod) produk Ori dan non-Ori,
2. Membandingkan kualitas batang piston produk Ori dengan non-Ori.

Batang Piston

Batang piston merupakan sparepart penting pada sepeda motor, karena fungsinya adalah untuk meneruskan daya yang dihasilkan pada proses pembakaran dari torak menuju poros engkol pada kendaraan. Dalam pemasangan batang piston (connecting rod) harus dipasangkan sesuai dengan tanda. Apabila salah pemasangannya akan menutup lubang oli. Untuk hal ini, Tiap batang piston (connecting rod) terdapat tanda. Tanda ini bermacam-macam tergantung pada tipe mesin dan harus teliti dengan menggunakan buku pedoman reparasi.[5]

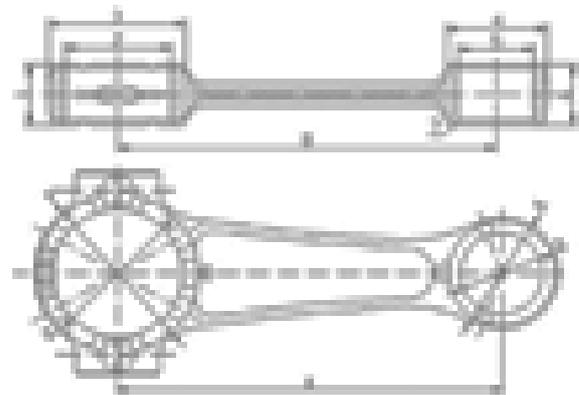
Ditinjau dari kondisi sistem kerja yang demikian maka pemilihan material dan proses pembentukan dalam produksi batang piston sangatlah penting dimana material harus dapat memenuhi syarat diantaranya : tahan terhadap suhu tinggi, kekuatan tahan haus dimana proses pembentukan yang dipilih adalah proses penempaan. Pada proses produksi ini ada beberapa hal yang direncanakan antara lain menentukan volume dan berat benda kerja, perhitungan gaya yang terjadi dan daya yang bekerja pada setiap tahapan proses penempaan dan menentukan dimensi dan toleransi pada proses pemesinan. Bahan yang akan digunakan pada proses produksi batang piston (connecting rod) adalah baja dengan standart SAE 4140 yang mempunyai kekuatan tarik $\delta = 100$ Kg/mm, serta mengandung unsur paduan antara

lain, yaitu: Carbon = (0,38-0,43%), Mangan = (0,75-1,0%), Phosfor = (<0,040%), Sulphur = (<0,040%), Silicon = (0,20-0,35%), Chromium = (0,80-1,10%).

Di pasaran ditemui berbagai macam merek batang piston (connecting rod) dengan harga yang berbeda-beda dan kualitasnya yang juga berbeda. Untuk mengetahui hal itu perlu dilakukan pengujian untuk mengetahui apa yang menyebabkan perbedaan harga dari masing-masing merek batang piston (connecting rod) tersebut. Ada 2 aspek pengujian yaitu melihat dari aspek metrologi dan dari aspek material.

Bagian-bagian Batang Piston

Bagian ujung batang piston (connecting rod) yang berhubungan dengan pena piston disebut small end dan yang berhubungan dengan poros engkol disebut big end.



Gambar 1. Penampang Batang Piston

Fungsi Batang Piston

Fungsi utama dari batang piston (connecting rod) adalah untuk meneruskan daya yang dihasilkan dari proses pembakaran dari torak menuju poros engkol pada motor. Jika dilihat dari fungsi dan daerah kerja batang piston, biasanya terbuat dari baja karbon sedang seperti AISI 1070. Baja karbon ini dapat diperlakukan panas untuk mendapatkan nilai kekerasan dan keuletan tertentu, sehingga baja ini banyak digunakan pada komponen-komponen berukuran besar dan komponen-komponen mesin.[4]

Material Batang Piston

Material batang piston (connecting rod) adalah dari baja karbon standar AISI 1070.

Campuran Unsur Kimia Pada Baja :

1. Carbon (C)

Mempunyai sifat keras tetapi getas. Fungsi carbon pada baja adalah mampu menjalani reaksi-reaksi kimia seperti reaksi pergantian (substitusi), reaksi adisi (penambahan), reaksi eliminasi

(pengurangan). Carbon pada baja adalah sebagai lem atau zat perekat dan mempunyai sifat cukup tahan gesek terhadap benda abrasif (tanah yang berpasir dan tidak mengandung silicon). Carbon membuat/membentuk struktur ferrite, dimana struktur tersebut mempunyai kekerasan diatas 48 HRC, tetapi tidak mempunyai sifat ketajaman.

2. Silicon (Si)

Mempunyai sifat elastisitas tinggi. Silicon juga menambah kekerasan dan ketajaman pada baja. Tapi penambahan silicon yang berlebihan akan menyebabkan baja tersebut mudah retak. Silicon berupa massa hitam mirip logam yang meleleh pada 1410°C. Unsur ini mempunyai kecenderungan yang kuat untuk berikatan dengan oksigen dan sifat seratnya tahan api.

3. Mangan (Mn)

Mempunyai sifat yang tahan terhadap gesekan dan tahan tekanan (impact load). Unsur ini mudah berubah kekerasannya pada kondisi temperatur yang tidak tetap dan juga digunakan untuk membuat alloy mangan tembaga yang bersifat ferromagnetic.

4. Cromium (Cr)

Unsur ini digunakan sebagai pelindung permukaan baja dan tahan gesekan. Baja yang mengkilap, keras dan rapuh serta tahan terhadap korosi (karat) tetapi mempunyai keuletan yang rendah.

5. Molybdenum (Mo)

Mempunyai sifat tahan pekerjaan panas sehingga cocok untuk hotworktool steel, batas pencampuran unsur ini max. 7% juga berfungsi sebagai penetralisir kekerasan wolfram. Molybdenum merupakan unsur tambahan pembuat keuletan baja yang maximum.

6. Nikel (Ni)

Mempunyai sifat yang ulet dan tahan terhadap bahan kimia dan untuk mengatasi korosi (karat) yang serius tetapi tidak mempunyai kekerasan yang tinggi merupakan unsur yang dicampurkan ke dalam baja untuk mengatasi kerusakan pada temperatur tinggi (dapat mencapai 1200° C).

7. Vanadium (V)

Baja berwarna putih perak dan sangat keras. Vanadium adalah bahan tambahan untuk pekerjaan panas karena sifat Vanadium tahan terhadap gesekan pada temperatur yang tinggi.

8. Wolfram (W)

Diperlukan untuk ketajaman ,tahan terhadap temperatur tinggi dan Juga sangat tahan gesekan. Wolfram mempunyai temperatur sepuh yang sangat tinggi dan memerlukan tempering berulang-ulang kali sehingga sangat sulit dalam pengolahannya.

9. Cobalt (Co)

Sifatnya tahan gesek dan tahan panas pada temperatur tinggi, kekerasan tinggi tapi getas. Berfungsi untuk membentuk carbide, meningkatkan kekerasan dan hot strength, yang sangat baik untuk ketajaman pada mata pisau.

Sifat fisik dari baja paduan adalah :

- Memiliki tensile strength yang tinggi.
- Anti bocor.
- Tahan terhadap abrasi.
- Mudah dibentuk.
- Tahan terhadap korosi.
- Ulet.
- Sifat mampu mesin yang baik.
- Sifat mampu las yang tinggi (weldability).

Sifat mekanik dari baja paduan adalah :

- Kekuatan

Penambahan logam (Ni, Cr, Molibdenum) dengan komposisi sesuai akan menambah kekuatan baja.

- Batas mulur (Plastisitas)

Plastisitas adalah kemampuan suatu bahan untuk berubah bentuk secara permanen setelah diberi beban. Logam yang ditambahkan berupa nikel, vanadium, titanium, tungsten, chrome akan meningkatkan nilai batas mulur.

- Elastisitas

Adanya penambahan logam pada baja akan meningkatkan kemampuan elastisitasnya dengan nilai modulus elastisitas yang lebih besar dari sebelumnya.

- Kekuatan Tarik

Logam Ni dan Cr merupakan bahan yang biasa ditambahkan untuk meningkatkan kemampuan menahan tarikan, selain itu sebagai penambah kekuatan tekan.

- Keuletan

Baja dengan kandungan karbon rendah memiliki keuletan yang tinggi, sehingga dengan paduan logam lain kadar karbonnya akan turun. Selain itu, kandungan fosfor pada baja paduan yang rendah akan meningkatkan keuletannya.[8]

Proses Produksi Batang Piston

Proses pembuatan batang piston (connecting rod) dengan cara forging jenis closed die forging. Peralatan yang digunakan yaitu: Drop Hammer, Hidraulic, dan sekrup penekan.



Gambar 2. Proses Closed Die Forging

Pada gambar 2 di atas dapat kita lihat urutan bentuk bahan proses forging connecting rod dari bahan masih berbentuk billet hingga menjadi bentuk batang piston (connecting rod).

Tahapan dalam proses pembuatan forged connecting rod : Bahan awal tempa dibuat dari densifikasi bahan dasar yang dipanaskan pada temperatur tertentu dimana beban telah diberikan pada bahan awal tersebut. Struktur yang dihasilkan akan berbeda dengan material awal sesuai untuk pemakaian dimana membutuhkan kekuatan yang diperlukan.



Gambar 3. Proses Pemanasan Connecting Rod

Pada gambar 3 yaitu proses pemanasan batang piston (connecting rod) dalam dapur yang terkontrol, hal ini dilakukan agar dapat ditempa menjadi bentuk yang diinginkan. Banyaknya bahan harus dikontrol agar dapat mengisi cetakan dengan penuh dan meminimalisir material yang terbuang (flash) yang biasanya terjadi pada proses tempa. Keuntungan lain dari proses tempa ini adalah hemat energi dengan mengurangi pemanasan kembali.[4]

Bahan Billet

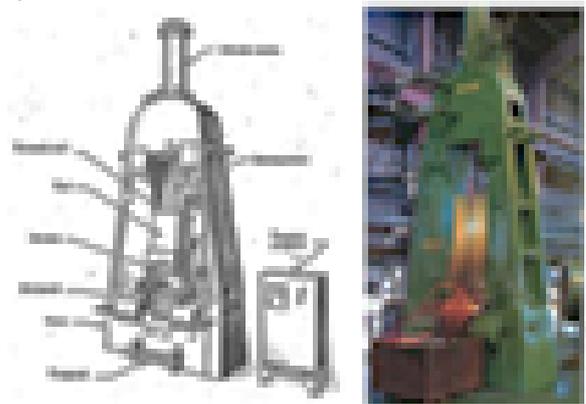
Bahan billet adalah bahan yang digunakan untuk membuat batang piston (connecting rod) sepanjang 2 m. Alasan digunakannya bahan billet adalah agar mudah dalam proses pemotongan, kemudian batangan dipotong menjadi batangan-batangan kecil.



Gambar 4. Bahan Billet Connecting Rod

Proses Forging

Sebuah penekan dan cetakan dipanaskan, sementara bahan (billet) dipanaskan didalam oven, temperatur pemanasan sama dengan temperatur penekan dan cetakan yaitu sekitar 1100o C – 1250o C. Kemudian bahan (billet) dikeluarkan dari oven dan diletakkan di atas penekan. Proses penekanan dilakukan dengan daya tekan yang besar hingga mencapai 2000 ton sehingga membentuk bentuk dasar dari batang piston (connecting rod). Pada gambar dibawah adalah proses penekanan. Bahan yang telah dipanaskan diletakkan pada cetakan kemudian dilakukan penekanan untuk membentuk piston (connecting rod) sesuai ukuran cetakan yang digunakan.



Gambar 5. Proses Forging

Proses pembubutan

Setelah proses tempa kemudian digunakan mesin bubut untuk memotong kelebihan ukuran dari bentuk dasar dari batang piston (connecting rod). Menjadikannya lebih dekat ke akhir proses.



Gambar 6. Proses Pembubutan

Proses Milling

Mesin milling digunakan untuk mengurangi sampai beberapa mm pada setiap sisi dari batang piston (connecting rod). Ini bertujuan untuk mengurangi berat keseluruhan dari batang piston itu sendiri. Proses milling lainnya mengurangi beberapa logam pada awal proses, menjadikan bentuknya satu tahap lebih dekat ke bentuk akhir.



Gambar 7. Proses Milling

Finishing

Proses finishing digunakan untuk memperhalus dan merapikan bentuk batang piston (connecting rod), bertujuan agar bentuk presisi saat digunakan, kemudian mesin menuliskan model dan informasi produk. Kemudian seorang pekerja memperhalus sudut-sudut yang tajam dari batang piston (connecting rod) yang terbentuk selama proses pembuatan. Lubang yang ada kemudian dihaluskan dengan mesin agar batang piston lebih presisi. kemudian, batang piston (connecting rod) di semprot panas, deionisasi air, untuk menghilangkan pelumas yang tersisa atau oli yang tertinggal pada saat proses finishing. Setelah kering, batang piston (connecting rod) siap diaplikasikan.[4]



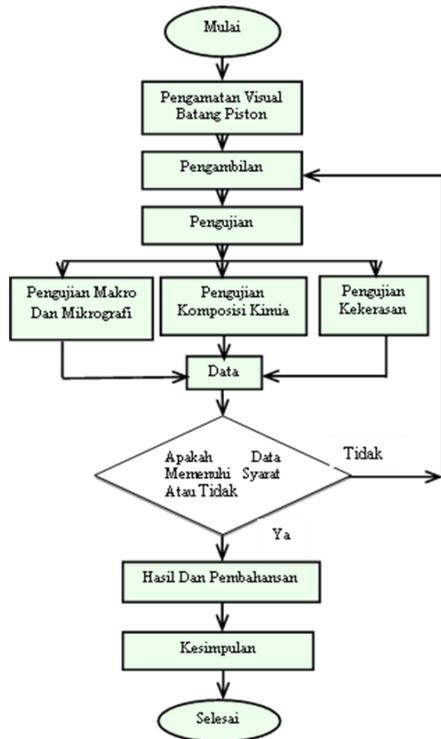
Gambar 8. Proses Finishing

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian analisa kualitas batang piston original dan non original secara umum merupakan tata cara penelitian yang direalisasikan dalam pemeriksaan dan pengujian. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi kasus, yang diawali dengan melakukan pengumpulan informasi dan dokumentasi berupa data-data engineering, data manufaktur dan kronologis dari kedua batang piston original dan non original dari sepeda motor tersebut.

Diagram Alir Penelitian

Proses penelitian tentang analisis kualitas batang piston original dan batang piston non original. Secara garis besar, penelitian ini dititikberatkan untuk mendapatkan sumber untuk mengetahui kekuatan dari kedua batang piston sepeda motor, dengan cara melakukan pemeriksaan visual, pengujian laboratorium. Selanjutnya dilakukan setelah pengujian batang piston tersebut.



Gambar 9. Diagram alir proses analisis

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan terhadap kualitas kedua batang piston (connecting rod) kendaraan roda dua, meliputi pengukuran dimensi benda uji, pemeriksaan visual, makrostruktur, mikrostruktur dan pengujian kekerasan serta pengujian komposisi kimia terhadap kualitas kedua batang piston kendaraan roda dua. Kegiatan pengujian tersebut dilakukan di B2TKS BPPT.

Makrostruktur

Pengujian makrostruktur dilakukan pada kedua batang piston piston kendaraan roda dua. Pemeriksaan ini dilakukan menggunakan mikroskop stereo. Hasilnya berupa makrograf yang ditunjukkan pada Gambar 11. Dari makrograf tersebut dapat dilihat bahwa material baku kedua batang piston itu berbeda. Batang piston Original secara makro berwarna lebih hitam dibandingkan batang piston non-Original yang berwarna coklat kemerahan. Hal ini disebabkan kandungan karbon dalam baja dari batang piston non-Original lebih tinggi dibandingkan baja dari batang piston Original. Kandungan karbon yang lebih tinggi menyebabkan kebolehdijadian terbentuknya oksida (karat) dipermukaan.



Gambar 10. Batang Piston Sepeda Motor Ori (O) dan non-Ori (I)

Batang piston non-Ori relatif lebih tinggi yang ditandai dengan warna coklat kemerahan dipermukaan baja. Unsur karbon bereaksi dengan oksigen di lingkungan batang piston dan membentuk senyawa oksida besi, yaitu FeO, Fe₂O₃, atau Fe₃O₄ yang dikenal sebagai produk korosi atau karat di permukaan batang piston. Hasil pemeriksaan makrografi batang piston Original dan non-Original ditunjukkan pada Gambar 11, yang memperlihatkan makrostruktur pada pin piston (sampel 1), batang piston (sampel 2) dan pada pin poros engkol (sampel 3).



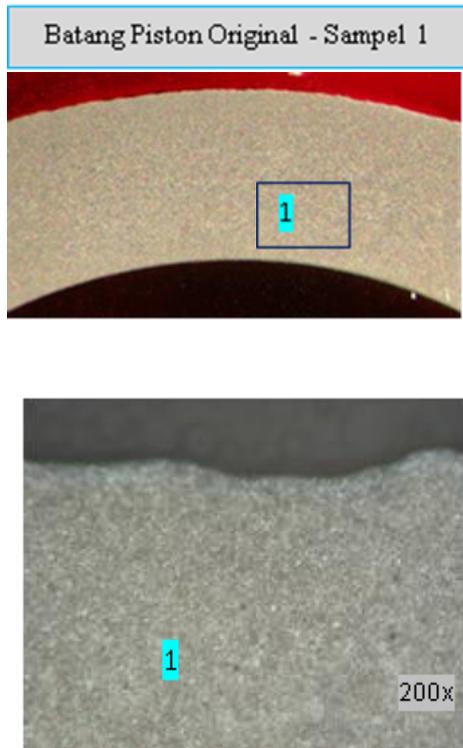
Gambar 11. Makrostruktur batang piston Ori (O) dan non-Ori (I)

Dari Gambar 11. terlihat bahwa makrostruktur sampel batang piston Original berwarna lebih kehitaman lebih tahan terhadap korosi, dibandingkan dengan makrostruktur batang piston non-Original berwarna coklat kemerahan.

Mikrostruktur

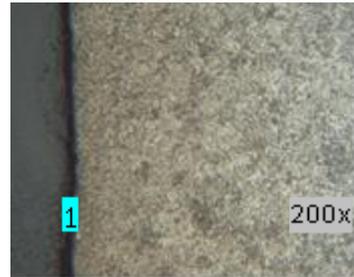
Gambar 12 memperlihatkan mikrograf sampel batang piston Original. Dari Gambar 12, diketahui bahwa pada sampel batang piston Original

mempunyai struktur martensit temper dengan butiran halus.



Gambar 12. Mikrostruktur batang piston sepeda motor Original sampel 1 dengan pembesaran 200x dan Etsa : nital 2 %.

Pada sampel 1 batang piston sepeda motor kode Original pada bagian atas mempunyai struktur martensit temper dan tidak ditemukan adanya cacat.



Gambar 13. Mikrostruktur batang piston sepeda motor Original sampel 2 dengan pembesaran 200x dan Etsa : nital 2%

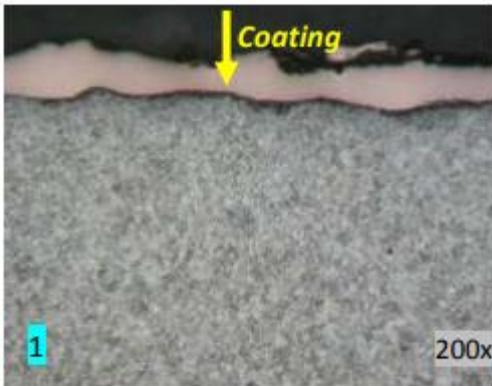
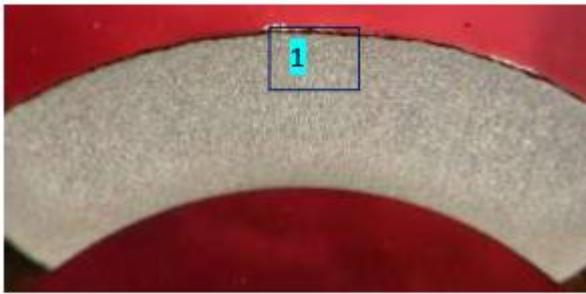
Pada Gambar 13, ditunjukkan mikrograf sampel 2 dari batang piston sepeda motor Ori (bagian tengah). Mikrostruktur material pada bagian tengah (sampel 2) batang piston berupa bainit dan martensit dan tidak ditemukan adanya cacat.



Gambar 14. Mikrograf sampel 3 dari batang piston sepeda motor kode Original. Pembesaran 200x dan Etsa: nital 2%

Pada gambar 14, menunjukkan mikrostruktur sampel batang piston Ori pada bagian bawah (sampel 3) daerah poros engkol berupa martensit halus. Oleh karena strukturnya lebih dominan martensit halus maka kurang lebih 60-70 % dibagian bawah batang piston Ori mempunyai kekerasan lebih tinggi berkisar 362 HV.

Batang Piston non-Ori - Sampel 1

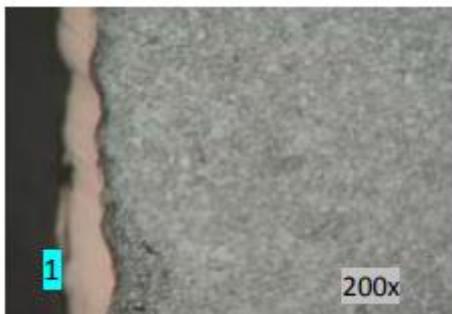


Lokasi pengambilan struktur

Gambar 15. Mikrograf sampel 1 batang piston sepeda motor non Original. Pembesaran 200x dan Etsa : nital 2%

Pada gambar 15, memperlihatkan mikrostruktur bagian atas dari batang piston sepeda motor (sampel 1) non-Ori berupa matensit temper dan terdapat senyawa pengotor (sulfide).

Batang Piston non-Ori - Sampel 2

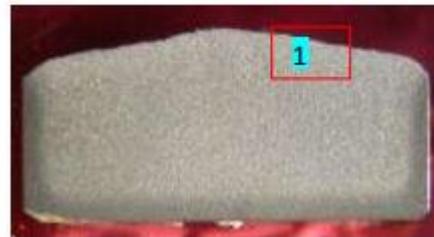


Lokasi pengambilan struktur mikro

Gambar 16. Mikrograf sampel 2 dari batang piston sepeda motor non-Original. Pembesaran 200x dan Etsa : nital 2%.

Pada gambar 16, memperlihatkan mikrostruktur bagian tengah dari batang piston (sampel 2) non-Ori (I) berupa matensit temper. Nilai kekerasan antara 352-386 HV.

Batang Piston non-Ori - Sampel 3



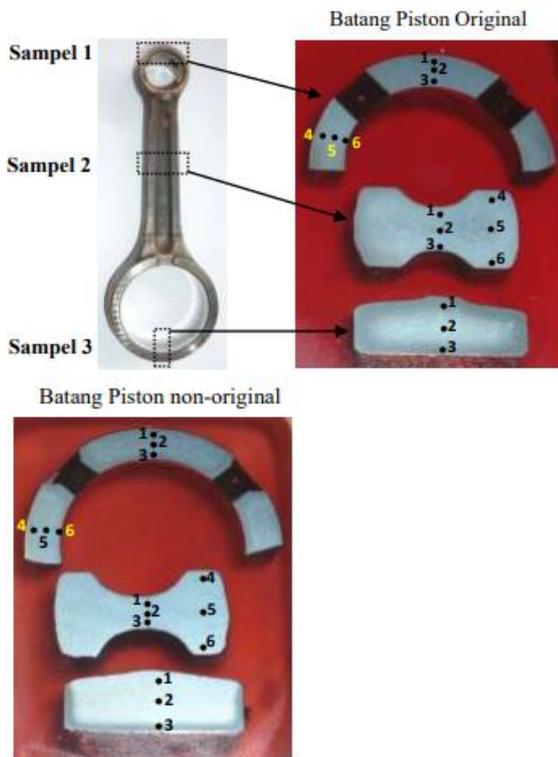
Gambar 17. Mikrograf sampel 3 dari batang piston sepeda motor non-Original. Pembesaran 200x dan Etsa : Nital 2%.

Pada gambar 17, memperlihatkan mikrostruktur bagian bawah dari batang piston sepeda motor berupa martensit halus. Oleh karena strukturnya martensit halus maka kekerasan pada daerah bawah batang piston non-Ori tinggi. Berdasarkan Gambar 12, 13, 14, 15, 16 dan 17, diketahui (hasil perbandingan Ori dan non-Ori di 3 (tiga) lokasi batang piston dilihat dari mikrostrukturnya)

Pengujian Kekerasan Batang Piston Sepeda Ori (O) dan non Ori (I)

Pengujian kekerasan material batang piston sepeda motor dilakukan pada tiga lokasi, yaitu pada bagian potongan memanjang dan melintang dari batang piston sepeda motor tersebut. Pengujian kekerasan mikro masing-masing sampel dilakukan sebanyak 6 titik pada bagian tengah dan bagian atas dan 3 titik pada bawah

batang piston. Pengujian kekerasan mikro dilakukan dengan metode Hardness Vickers (HV), pengujian tiap sampel dilakukan pada 6 (enam) titik dan 3 (tiga) daerah pada masing-masing titik diukur pada arah sumbu x dan sumbu y sehingga diharapkan masing-masing titik mewakili kekerasan material batang piston sepeda motor.



Gambar 18. Sampel uji kekerasan mikro:

Tabel 1 Data Nilai Kekerasan Material Batang Piston

No.	NILAI KEKERASAN, HV					
	Batang Piston Original			Batang Piston non-Original		
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
1	381	376	665	271	325	367
2	341	386	492	277	386	447
3	362	376	602	429	336	756
4	310	371	-	225	386	-
5	310	286	-	262	412	-
6	306	376	-	303	367	-
Rerata	335	362	586	295	369	523

Data alat uji kekerasan Vickers :

- Nama Alat : Frank Finotest
- Metode Uji : Hardness Vickers (HV)
- Beban (P) : 5 Kgf
- Sudut Identor : 136°
- Waktu Uji : 15 detik
- Standar Uji : SNI 19-0409-1989

Pada Tabel 1 terlihat bahwa kekerasan rata-rata batang piston sepeda motor Original adalah 335 HV (bagian atas), 362 HV (bagian tengah) dan 586 HV (bagian bawah). Kekerasan rata-rata

batang piston sepeda motor non-Ori adalah 295 HV (bagian atas), 369 HV, dan 523 HV (bagian bawah). Dari Tabel 1 terlihat kecenderungan kekerasan yang sama antara batang piston Ori dan non-Ori yaitu kekerasan bertambah tinggi dari bagian atas, tengah, dan bawah. Bagian bawah batang piston mempunyai kekerasan tertinggi karena pada bagian tersebut dikeraskan dengan proses carburizing Hal ini dilakukan karena batang piston berfungsi meneruskan gerakan lurus dari piston menjadi gerakan putar pada crankshaft sehingga material batang piston harus kuat terhadap gaya aksial, momen lentur, gaya geser, gaya puntir, tegangan tarik dan tegangan tekan. Berdasarkan data Tabel 1 diketahui bahwa kekerasan batang piston Ori lebih tinggi secara signifikan dilokasi bagian atas dan bagian bawah serta relatif sama di bagian tengah dibandingkan batang piston non-Ori.

Pengujian Komposisi Kimia Material Batang Piston Sepeda Motor Original (O) dan non-Original (I)

Pengujian komposisi kimia dengan menggunakan spark spectrometer ditujukan untuk mengetahui kandungan unsur penyusun material batang piston Ori dan non-Ori. Dari Tabel 2 diketahui unsur utama penyusun batang piston Ori dan non-Ori adalah Fe, C, Si, Cr, dan Mn dan yang membedakan adalah persentase unsur-unsur penyusunnya. Komposisi kimia batang piston Ori adalah Fe (96,8%), C (0,432%), Si (0,202%), Cr (1,15%), Mn (0,791%) dan Mo (0,181%) yang merupakan baja paduan 42CrMo4. Sedangkan komposisi kimia batang piston on-Ori adalah Fe (97,5%), C (0,217%), Si (0,213%), Cr (0,915%), Mn (0,567%) dan Mo (0,179%) yang merupakan baja paduan rendah.

Pada Tabel 2, terlihat adanya perbedaan persentase unsur penyusun utama batang piston Ori dan non-Ori, yaitu Fe (-0,7%), C (+0,215%), Si (-0,011), Cr (+0,235%), Mn (+0,224%) dan Mo (+0,002%). Berdasarkan perbedaan komposisi unsur tersebut maka kebolehdjian terbentuknya presipitat besi karbida, silikon karbida, chrome karbida, mangan karbida, atau molibden karbida pada material batang piston Ori lebih tinggi dibandingkan batang piston non-Ori. Selain itu, adanya unsur Al pada batang piston Ori (0,0314%) lebih tinggi dibandingkan batang piston non-Ori (0,0184%). Unsur Al berfungsi sebagai zat penginti sehingga dapat memperhalus ukuran butir dalam mikrostruktur baja yang berarti dapat meningkatkan kekerasan dan kekuatan baja. Hal ini berdampak pada kekerasan,

kekuatan dan ketahanan aus batang piston Ori lebih tinggi dibandingkan batang piston non-Ori.

Tabel 2 Data Komposisi Kimia Batang Piston Sepeda Motor

No.	Unsur	Batang Piston Sepeda Motor	
		Original	non-Original
		Nilai Kandungan unsur (% berat)	Nilai Kandungan unsur (% berat)
1	Fe	96.8	97.5
2	C	0.432	0.217
3	Si	0.202	0.213
4	Cr	1.15	0.915
5	Mn	0.791	0.567
6	Sn	0.0164	0.0069
7	Ni	0.0543	0.0342
8	Mo	0.181	0.179
9	Cu	0.157	0.110
10	Al	0.0314	0.0184
11	V	0.0104	0.0115
12	W	0.0406	0.0656
13	Ti	0.0026	0.0036
14	Nb	0.0089	0.0120
15	S	0.0169	0.0118
16	P	0.0213	0.0182
17	Co	0.0172	0.0351
18	Pb	0.0227	0.0254

Tabel di atas menunjukkan komposisi unsur pepaduan utama material batang piston sepeda motor Original dengan berat 96.8% Fe, 0.432% C, 0.202% Si, 0.791% Mn, 1.15% Cr, 0.0543% Ni, 0.181% Mo, 0.1574% Cu, 0.0314% Al, 0.0104% V, 0.0406% W, 0.0026% Ti, 0.0089% Nb, 0.0169% S, 0.02136% P, 0.0172% Co dan 0.0227% Pb. Berdasarkan komposisi unsur pepaduan utama batang piston sepeda motor non-Original terbuat dari baja. Sementara itu komposisi unsur pepaduan utama material batang piston sepeda motor non-Original adalah 97.5% Fe, 0.217% C, 0.213% Si, 0.567% Mn, 0.915% Cr, 0.0342% Ni, 0.179% Mo, 0.110% Cu, 0.0184% Al, 0.0115% V, 0.0656% W, 0.0036% Ti, 0.0120% Nb, 0.0106% S, 0.0182% P, 0.0351% Co dan 0.0254% Pb.

Dari tabel 2 terlihat bahwa kandungan Fe dalam material batang piston sepeda motor Original (96,8% berat) lebih rendah dibandingkan kandungan Fe dalam material batang piston sepeda motor non-Original (97,5% berat). Hal ini memberikan dampak pada kejadian terbentuknya endapan besi karbida dalam mikro struktur

material batang piston sepeda motor Original lebih kecil dibandingkan material batang piston sepeda motor non-Original.

Akan tetapi kandungan unsur Al dalam material batang piston sepeda motor non-Original (0.0331% berat) lebih rendah dibandingkan kandungan Al dalam material batang piston sepeda motor Original (0.0314% berat), unsur Al dalam paduan Fe-C berfungsi untuk menghaluskan butir atau dengan kata lain memperkecil ukuran butir dalam mikro struktur baja perkakas oleh karena itu material batang piston sepeda motor Original dalam mikrostrukturnya mempunyai endapan besi karbida dan ukuran butirnya kecil, Maka kekerasan dan kekuatan batang piston sepeda motor Original lebih tinggi dibandingkan produk batang piston sepeda motor non-Original.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan dan pengkajian data penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Struktur mikro pada batang piston sepeda motor original berupa martensit temper dengan butir halus 60-70 %, sedangkan struktur mikro pada batang piston sepeda motor non-original berupa martensit temper dengan butir kasar 40%.
2. Nilai kekerasan material batang piston original adalah 428 HV lebih tinggi bila dibandingkan nilai kekerasan material batang piston sepeda motor non-original sebesar 396 HV.
3. Nilai unsur Al yang terkandung pada material batang piston sepeda motor original adalah 0.0314 % > 0.0184 % material batang piston sepeda motor non-original pada proses pengujian komposisi kimia.

Saran

1. Penelitian ini diharapkan dapat dikembangkan dengan melakukan proses heat treatment dengan melakukan berbagai variasi heat treatment.
2. Pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengujian dengan software untuk mengetahui ketahanan suatu batang piston sepeda motor.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amirul Arifin, Makalah teknologi mekanik connecting rod, 5 Februari 2012.

- [2] ASTM Handbook, Volume 1, 2016, Properties and Selection.
- [3] ASTM Handbook, Volume 9, 2016, Metallography and microstructures
- [4] Edi Prayitno, 2013, Pembuatan Connecting Rod, <http://zircones.blogspot.com/2013/07/pembuatan-connecting-rod>, diakses pada 7 Juli 2013.
- [5] Kepolisian Republik Indonesia, Jumlah Kendaraan Bermotor menurut Jenisnya, 2008 Rahmat S , 2008 Pengetahuan Bahan.
- [6] Rifky, 2009, Analisis pembebanan static dengan variasi temperature pada connecting rod motor type 113cc dengan material baja AISI 1006, 1040,dan 1070 menggunakan software CATIA V5R14.
- [7] Yusuf D, 2005."Aplikasi pengolahan citra untuk analisis struktur mikro logam ferro berdasarkan pola-pola khas statistiknya".