

## ANALISA KERUSAKAN CONNECTING ROD PADA SEPEDA MOTOR SATRIA 120 CC

Ismojo<sup>1)</sup>, Putu Mahayana Santika<sup>2)</sup>, Khoirul Saleh<sup>3)</sup>.

<sup>1)</sup>Program Studi Teknik Mesin Otomotif Institut Teknologi Indonesia

E-mail: [ismojo@iti.ac.id](mailto:ismojo@iti.ac.id), [ismojo72@gmail.com](mailto:ismojo72@gmail.com)

<sup>2, 3)</sup>Program Studi Teknik Mesin Institut Teknologi Indonesia

### Abstrak

*Connecting rod* merupakan bagian dari kendaraan bermotor yang berfungsi untuk menghubungkan piston dengan *crankshaft*. Pemakaian yang tidak sesuai dapat menyebabkan kerusakan pada bagian dalam “*connecting rod big end*”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa “*connecting rod big end*” yang telah rusak dibandingkan dengan “*connecting rod big end*” baru. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengamatan visual, uji kekerasan dan uji struktur mikro. Berdasarkan hasil pengamatan visual pada “*connecting rod big end*” yang rusak terdapat goresan pada bagaian dalam “*connecting rod big end*” dan nilai kekerasannya juga menurun jika dibandingkan dengan *connecting rod* yang baru. Selain itu, pada *connecting rod* yang rusak juga memperlihatkan adanya perubahan struktur mikro. Hasil ini mengindikasikan bahwa kerusakan yang terjadi disebabkan oleh adanya gesekan yang besar pada *connecting rod* sehingga menyebabkan sifat mekanik dari *connecting rod* menurun.

**Kata kunci** : *Connecting rod*, Komposisi kimia, Struktur mikro, Kekerasan.

### Pendahuluan

*Connecting rods* adalah elemen penting dalam transmisi gaya dan gerak mesin pembakaran internal. Komponen ini merupakan komponen mekanis yang mengubah gerak alternatif piston menjadi gerak rotasi poros engkol. Pada penggunaannya *connecting rods* mengalami tegangan yang kompleks yang mencakup tekanan kompresi yang terkait dengan tekanan yang diberikan oleh gas pembakaran, dan tegangan tarik yang terkait dengan inersia komponen yang bergerak, baik alternatif atau rotasi [1- 5]. Kegagalan yang umum terjadi pada *Connecting rods* biasanya terkait dengan kelelahan, pembengkokan berlebih, kegagalan bantalan, baut yang tidak disetel dengan benar, *spalling*, dan defisiensi perakitan [1,3, 6, 7].

Komponen – kompoen utama dari *connecting rod* terdiri dari *big end*, *beam* dan *small end* (Gambar 1). Fungsi utama dari *connecting rod* adalah untuk menyalurkan gaya dorong piston ke poros engkol (*crankshaft*). Tujuan *connecting rod* adalah mengubah gerakan bolak-balik menjadi gerakan berputar. Mesin empat langkah pada mesin pembakaran internal adalah intake, kompresi, ekspansi atau tenaga dan pembuangan (*exhaust*) [5].



Gambar 1. Bagian utama conncting rod [5]

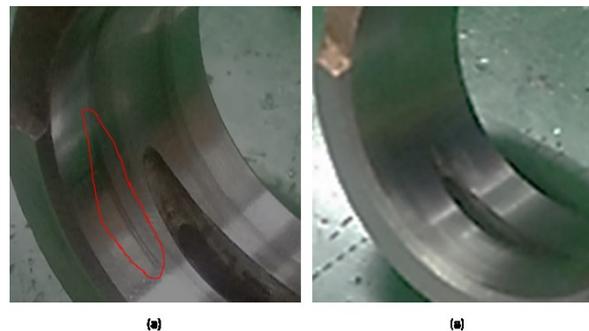
Penelitian ini menyajikan hasil analisis kerusakan yang terjadi pada *connecting rod* sepeda motor satria 120 cc yang telah dioperasikan selama 5 tahun. Pada kasus ini kerusakan terjadi pada bagian *connecting rod big end*. Untuk mengetahui penyebab kerusakan pada *connecting rod big end*, dilakukan beberapa pengujian. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian sifat mekanik, pengujian komposisi kimia, dan pengujian struktur makro dan mikro.

### Metodologi Penelitian

Tujuan analisa kerusakan pada bagian dalam *connecting rod big end* adalah untuk mengetahui penyebab dari kerusakan tersebut melalui pendekatan secara metalurgi. Analisa diawali dari pengamatan secara visual pada daerah *connecting* yang mengalami kerusakan menggunakan foto makro. Kemudian analisa juga dilakukan melalui evaluasi secara metalurgi melalui pengujian komposisi kimia, kekerasan dan struktur mikro di laboratorium yang ada di BPPT. Uji komposisi kimia dilakukan dengan menggunakan alat uji spektrometri. Uji kekerasan dilakukan pada *connecting rod* yang rusak dan yang baru sebagai pembandingan sebanyak lima titik dengan menggunakan alat uji *Vickers micro-hardness*. Uji struktur mikro dilakukan dengan menggunakan mikroskop optik metalurgi. Tujuannya adalah untuk mengetahui perubahan struktur yang terjadi pada *connecting rod* selama pemakaian dan dibandingkan dengan *connecting rod* yang baru.

### Hasil dan Pembahasan

**Pengamatan Visual.** Gambar 1 memperlihatkan perbandingan *connecting rod big end* rusak dan baru. Pada Gambar 1 (a), memperlihatkan adanya goresan yang dalam ( yang di tandai dengan lingkaran merah) pada sebagian permukaan dalam *connecting rod big end*. Hal ini dapat disebabkan oleh adanya gesekan antara permukaan *roller bearing* dengan permukaan bagian dalam *connecting rod big end* sehingga menyebabkan keausan. Selain itu, kurangnya volume oli yang cukup, adanya debu asing atau kotoran yang bersifat abrasif dan adanya partikel logam yang masuk dapat tertanam di lapisan bantalan babit yang lembut dan membentuk sebagian permukaan yang lebih tinggi. Pada saat volume oli berkurang akan menyebabkan gesekan pada permukaan bantalan sehingga terjadi pemanasan singkat (*hot – short*) [8]. Hal ini diperkuat oleh adanya tingkat kerusakan dan keausan di sebagian atau seluruh permukaan bantalan dengan kerusakan yang bertambah secara kontinyu (progresif) akibat bertambahnya serpihan partikel yang dihasilkan dari aliran oli yang mengalir melalui mesin.



Gambar 1. Foto makro (a) *connecting rod big end* yang rusak (tanda merah) dan (b) *connecting rod big end* baru.

**Tabel 1. Komposisi kimia material *connecting rod* hasil uji dan standar**

Unsur	Kandungan (% berat)	SAE grade 4130	
Fe	97,200	<i>balance</i>	
C	0,302	0,28 – 0,33	
Si	0.192	0,15 – 0,35	
Mn	0.597	0,40 – 0,60	
P	0.031	0,035	
S	0.021	0,040	
Cr	1.060	0,80 – 1,10	
Mo	0.157	0,15 – 0,25	

**Komposisi kimia.** Uji komposisi kimia dilakukan untuk mengetahui jenis dan unsur – unsur kimia yang menyusun material *connecting rod big end*. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1. Pada Tabel 1 terlihat bahwa material ini adalah baja paduan dengan kandungan utamanya adalah unsur karbon, mangan dan krom. Hasil ini sesuai dengan standar SAE grade 4130.

**Kekerasan.** Tujuan dari pengujian kekerasan adalah untuk mengetahui ketahanan suatu material menahan deformasi plastis. Gambar 2 memperlihatkan lokasi titik pengujian yang dilakukan pada *connecting rod big end* yang rusak dengan yang baru, menggunakan alat uji mikro Vickers. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.



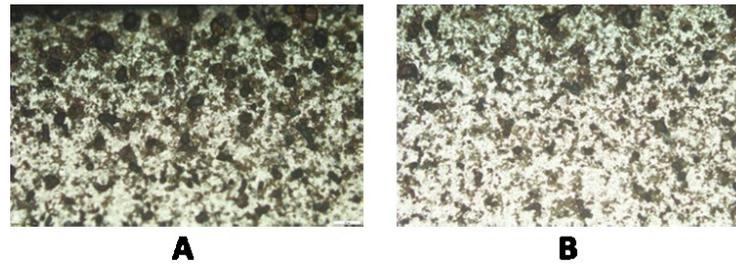
Gambar 2. Lokasi titik pengujian kekerasan pada ; A; *connecting rod big end* rusak dan B *connecting rod big end* baru

**Tabel 2. Hasil pengujian kekerasan mikro Vickers pada ; A; *connecting rod big end* rusak dan B *connecting rod big end* baru**

Sampel	Beban (gf)	Lokasi	HVN	HVN (rata-rata)
A	951	1	735	699
		2	716	
		3	692	
		4	689	
		5	664	
B	951	1	749	721
		2	715	
		3	714	
		4	700	
		5	724	

Pembentukan lapisan fluida dipermukaan *connecting rod big end* sangat bergantung pada kecepatan rotasi yang tinggi antara batang (*rod*) dan poros engkol (*crankshaft*). Kecepatan relatif antara dua profil yang dilumasi membentuk irisan cairan yang memastikan pelumasan yang tepat, sehingga kontak langsung yang tidak diinginkan dapat dihindari [3]. Ketika pelumasan tidak sempurna maka akan terjadi kontak antara dua profil permukaan dan akan menyebabkan terjadinya pemanasan singkat. Pemanasan singkat yang terjadi terus – menerus akan menyebabkan menurunnya sifat mekanik material. Hal ini diperkuat dengan hasil uji kekerasan yang diperlihatkan pada Tabel 2. Untuk mengetahui penyebab menurunnya sifat mekanik logam dapat dijelaskan dengan perubahan struktur mikro pada material.

**Struktur mikro.** Tujuan utama pengujian struktur mikro adalah membantu mengembangkan hubungan antara struktur mikro material dan sifatnya. Gambar 3 memperlihatkan perbandingan struktur mikro antara *connecting rod big end* rusak dan baru. Struktur mikro dari material *connecting rod big end* terdiri dari fasa ferit (daerah yang putih) dan fasa perlit (daerah yang gelap) [9]. Tidak ada perubahan fasa yang terjadi antara *connecting rod big end* yang rusak dan yang baru, namun terlihat perbedaan dari ukuran butirnya. Ukuran butir pada *connecting rod big end* yang rusak lebih besar jika dibandingkan dengan *connecting rod big end* yang baru. Hasil ini sejalan dengan hasil yang diperoleh dari uji kekerasan dan pengamatan visual



Gambar 3. Struktur mikro : A; *connecting rod big end* rusak dan B; *connecting rod big end* baru dengan pembesaran 200 x.

### Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil analisa diatas maka kerusakan yang terjadi pada *connecting rod big end* disebabkan oleh tidak sempurnanya pelumas yang melapisi permukaan antara permukaan bagian dalam *connecting rod big end* dengan permukaan *roller bearing*, sehingga menyebabkan gesekan yang terjadi secara progresif dan menyebabkan pemanasan setempat. Pemanasan setempat yang terjadi secara terus menerus memicu terjadinya penurunan sifat mekanik dan perubahan ukuran butir.

### Daftar pustaka

- [1] C. Juarez, F.Rumiche, A.Rozas, J.Cuisano, P.Lean. "Failure analysis of a diesel generator connecting rod." Case Studies in Engineering Failure Analysis 7 (2016) 24–31.
- [2] C.C.D.Alberto, G.R.W. Eduardo, L.L.E. Benardo, R.T.E. Catalina, T,C,H, Milos. "4-Stroke motorcycle connecting rod analysis under wok load." Manufacturing Processes 1 (2017) 1 – 6.
- [3] A. Strozzi, A. Bladini, M. Giacomini, E. Bertocchi, S. Mantrovani." Repertoire of failures in connecting rods for internal combustion engines, and indications on traditional and advanced design methods." Engineering Failure Analysis (2015).
- [4] R.R. Kumar, M.S. Kumar, M. Alphonse." An investigation of comparative study in connecting rod by using finite element analysis." IJMPERD 8 (2018) 221 – 228.
- [5] M. Hariharan, V. Kalaigowtham, S. Aravind." Design and analysis of manganese alloy steel connecting rod." IJEAST 4 (2020) 562 – 569.
- [6] B. Sheng, Y. Liu, R. Liu." Stress and Fatigue of Connecting Rod in Light Vehicle Engine." The Open Mechanical Engineering Journal 7 (2013) 14 – 17.
- [7] A. Afzal, A. Fatemi." Comparative Study of Fatigue Behavior and Life Predictions of Forged Steel and PM Connecting Rods." SAE World Congress, 01 (2004) 1529.
- [8] M.R. Hasan. "Failure investigation report on different components of an automotive engine." IJMEA 5(1) (2017) 47 – 51.
- [9] M. Nourani, V. Sajadifar, M. Kitabchi, A.S. Milani, S. Yannacopoulos." On the microstructural evolution of 4130 steel during hot compression." Recent Patents on Materials Science 5(1) (2012) 74 – 83.