



## Karakterisasi *Valve Stem Genuine* dan *Non-Genuine Engine SAA6D170E-5* Akibat Kesalahan Proses Pemasangan

Wahyu Anhar<sup>1,\*</sup>, Fajar Mardika<sup>1</sup>, Hadi Hermansyah<sup>1</sup>, Joko Setia Pribadi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Balikpapan, Jl. Soekarno-Hatta KM.8 Balikpapan, 76129

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Cilacap, Jl. Dr. Sutomo Cilacap, 53212

\*wahyu.anhar@poltekba.ac.id

Diterima: 12 12 2023

Direvisi: 14 12 2023

Disetujui: 09 01 2024

### ABSTRAK

Komponen *valve stem* pada *engine SAA6D170E-5* mengalami kerusakan berupa goresan setelah dilakukan *overhaul engine*. Kerusakan yang terjadi berupa goresan pada bagian *valve stem*. Adapun komponen *valve stem* yang digunakan merupakan komponen *genuine* (G) maupun *non-genuine* (NG). Goresan disebabkan penggunaan alat *cotter ring* yang sudah tidak sesuai standar penggunaan. Karakterisasi *valve stem* menggunakan pengamatan visual, pengujian kekerasan metoda *Rockwell superficial* dan pengamatan struktur mikro. Hasil pengamatan visual menunjukkan bahwa tingkat kedalaman goresan pada *valve stem intake* G lebih rendah daripada *valve stem intake* NG. Selain itu, tingkat kedalaman goresan pada *valve stem exhaust* G juga lebih rendah dibandingkan *valve stem exhaust* NG. Rendahnya tingkat kedalaman goresan pada *valve stem intake* G disebabkan angka kekerasan permukaan *valve stem intake* G lebih tinggi daripada *valve stem intake* NG. Demikian juga pada *valve stem exhaust* G yang memiliki angka kekerasan lebih tinggi dibandingkan *valve stem exhaust* NG. *Valve stem intake* G memiliki kekerasan lebih tinggi dikarenakan fasa yang terbentuk adalah fasa bainit, sedangkan pada *valve stem intake* NG adalah fasa perlit. Adapun *valve stem exhaust* G memiliki kekerasan lebih tinggi dibandingkan *valve stem exhaust* NG karena fasa perlit yang terbentuk pada *valve stem exhaust* G lebih rapat.

**Kata kunci:** goresan, kekerasan, struktur mikro, *intake*, *exhaust*.

### ABSTRACT

The *valve stem* component on the *SAA6D170E-5 engine* was damaged in the form of scratches after an engine overhaul. The *valve stem* components used are *genuine* (G) and *non-genuine* (NG) components. Scratches are caused by using a *cotter ring* tool that does not comply with usage standards. *Valve stem* characterization was carried out using visual observation, hardness testing with *superficial Rockwell* method and microstructure observations. Visual observation results that the scratch depth level on the G *intake valve stem* is lower than the NG *intake valve stem*. Apart from that, the scratch depth level on the G *exhaust valve stem* is also lower than the NG *exhaust valve stem*. The low of scratch depth level on the G *intake valve stem* is due to the surface hardness of the G *intake valve stem* being higher than the NG *intake valve stem*. Furthermore, the G *exhaust valve stem* has a higher hardness number than the NG *exhaust valve stem*. The G *intake valve stem* has higher hardness because the phase formed is the bainite phase, while the NG *intake valve stem* is the pearlite phase. The G *exhaust valve stem* has higher hardness than the NG *exhaust valve stem* because the pearlite phase formed in the G *exhaust valve stem* is more compact.

**Keywords:** scratch, hardness, micro structure, *intake*, *exhaust*.

## PENDAHULUAN

Komponen *valve stem* pada *engine* SAA6D170E-5 mengalami kerusakan setelah dilakukannya *overhaul engine*. Kerusakan yang terjadi berupa goresan pada bagian *valve stem*. Adapun komponen *valve stem* yang digunakan merupakan komponen *genuine* (G) dan juga terdapat beberapa *valve stem non-genuine* (NG). Peralatan (*tools*) yang digunakan dalam pemasangan *cotter ring* pada *valve intake* maupun *valve exhaust* sudah tidak sesuai dengan standar penggunaan. Aktivitas pemasangan ini menyebabkan terjadinya goresan pada semua komponen *valve stem*. Secara visual, terdapat perbedaan tingkat kedalaman goresan pada *valve stem genuine* dengan *non-genuine*. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan karakter antara *valve stem* G dengan *valve stem* NG pada *engine* SAA6D170E-5.

Secara umum perawatan dapat didefinisikan sebagai usaha maupun tindakan perbaikan yang dilakukan untuk menjaga agar kondisi dan kemampuan dari suatu mesin selalu seperti kondisi dan kemampuan sewaktu masih baru, selain itu usaha maupun tindakan ini dilakukan dengan biaya yang sewajarnya. Aktivitas perawatan meliputi *preventive maintenance* (PM), *corrective maintenance* (CM) dan *predictive maintenance*. PM diperlukan untuk mengurangi kemungkinan kerusakan sehingga biaya pemeliharaan dapat dioptimalkan. Jika PM tidak dilakukan dan hanya CM yang dilakukan, apabila terjadi kerusakan maka biaya pemeliharaan (termasuk pendapatan akibat hilangnya produksi) akan meningkat [1]. Sangat penting dalam mengatur PM yang efektif agar kegiatan operasional dapat terus berjalan. Aktivitas *overhaul* sendiri merupakan bagian dalam pelaksanaan PM. Adapun *predictive maintenance* dapat membantu dalam penentuan serta prediksi manfaat sisa masa pakai (*remaining useful lifetime/RUL*) suatu komponen [2].

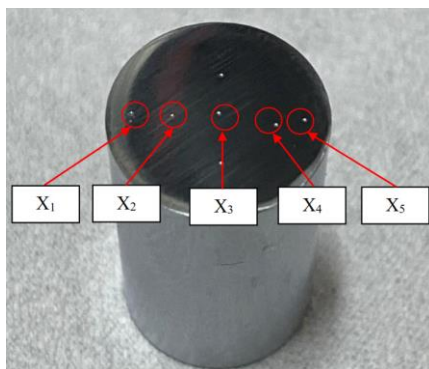
## METODE PENELITIAN



**Gambar 1.** Alat uji kekerasan metode *Rockwell*

Karakterisasi komponen *valve stem* G dan NG menggunakan pengamatan visual, pengujian kekerasan *Rockwell* dan pengamatan struktur mikro. Pengujian kekerasan menggunakan metode *Rockwell superficial* dengan skala 15N (beban mayor penekanan 15 kgf). Pengujian kekerasan metode *Rockwell* menggunakan alat uji Merk Zwick/Roell ZHR milik *Workshop* Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Balikpapan. Gambar 1 menunjukkan bentuk alat pengujian kekerasan *Rockwell*. Pengujian kekerasan dilakukan pada potongan melintang dari *valve stem*, dimulai dari permukaan hingga ke bagian dalam komponen sehingga didapatkan profil kekerasan *valve stem*. Permukaan potongan melintang *valve*

*stem* dilakukan pemolesan menggunakan amplas *grid* 500, 1.000, 1.500 hingga 2.000. Langkah terakhir pemolesan permukaan potongan melintang, dipoles menggunakan kain beludru dan *metal polish*. Titik pengujian kekerasan pada permukaan potongan melintang seperti ditunjukkan dalam Gambar 2. Kedalaman titik pengujian dimulai dari 1,5 mm ( $X_1$ ), 3 mm ( $X_2$ ), 6 mm ( $X_3$ ), 7,5 mm ( $X_4$ ) dan 9 mm ( $X_5$ ) baik dari arah horizontal maupun vertikal.



**Gambar 2.** Titik pengujian kekerasan pada permukaan benda uji

Pengamatan struktur mikro menggunakan mikroskop Merk Euromex HD Cam milik *Workshop* Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Balikpapan. Bentuk alat pengamatan struktur mikro seperti ditunjukkan dalam Gambar 3. Sebelum dilakukan pengamatan struktur mikro, permukaan pengamatan diberikan etsa menggunakan asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ), selanjutnya dicuci menggunakan air bersih.

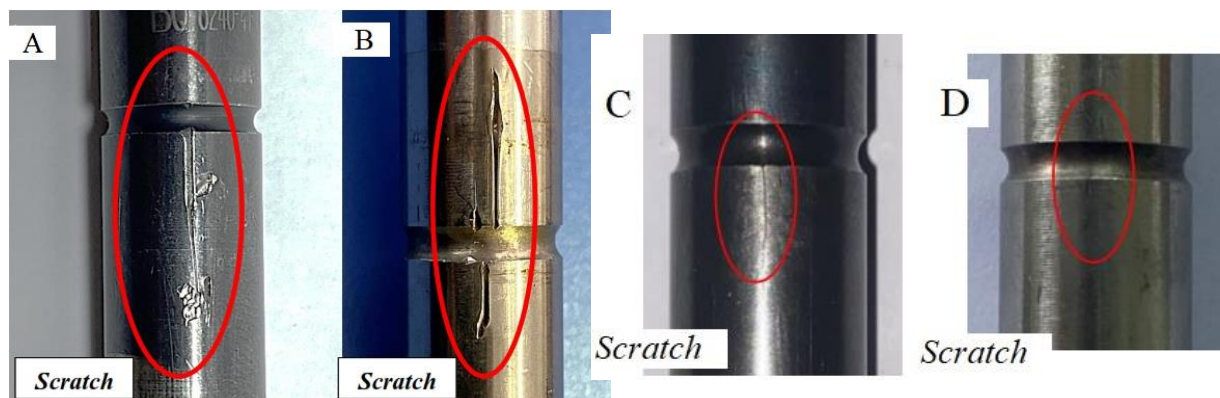


**Gambar 3.** Alat pengamatan struktur mikro

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengamatan Visual

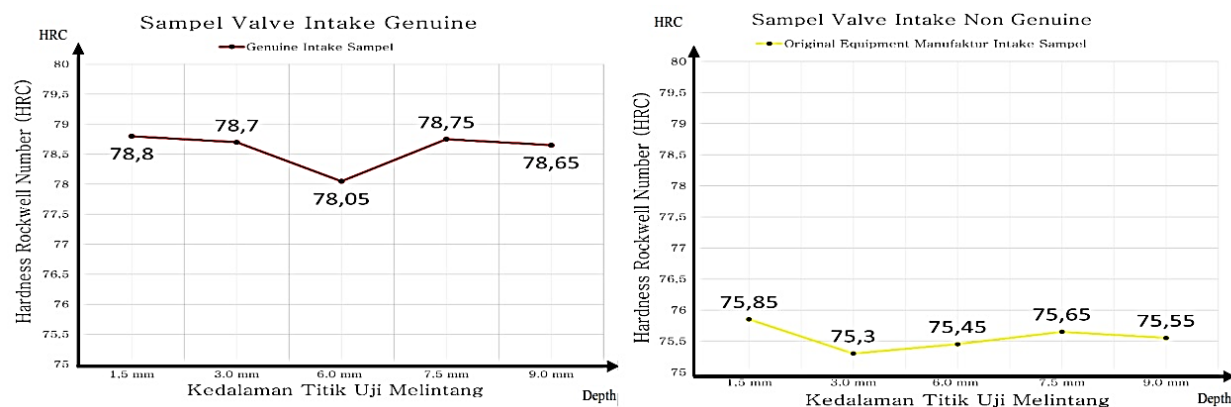
Hasil pengamatan visual komponen *valve stem* G maupun NG seperti ditunjukkan dalam Gambar 4. Terlihat bahwa goresan yang terjadi pada *valve stem* G (akibat alat pasang yang sudah tidak sesuai standar penggunaan) memiliki tingkat kedalaman goresan rendah dibandingkan *valve stem* NG.



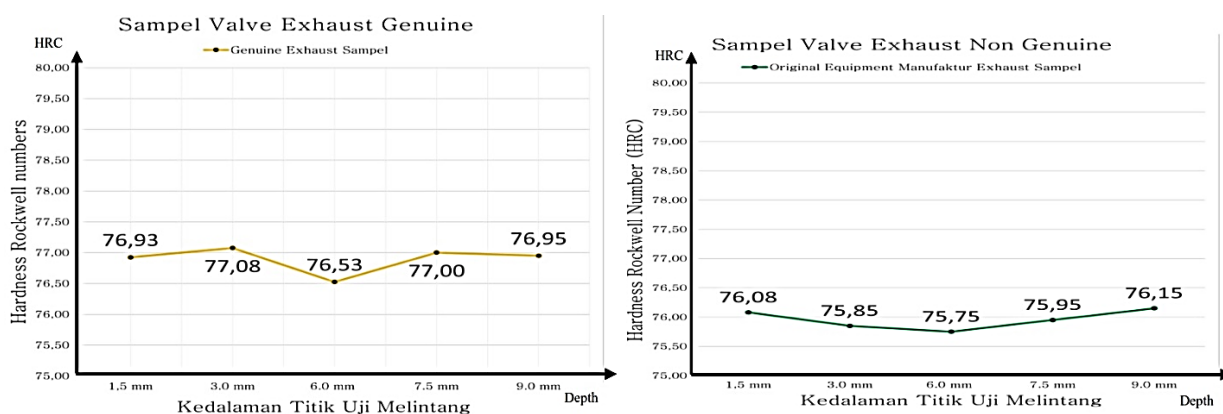
**Gambar 4.** Hasil pengamatan visual  
(A) Intake NG; (B) Exhaust NG; (C) Intake G; (D) Exhaust G

### Pengujian kekerasan

Hasil pengujian kekerasan metode *Rockwell superficial 15N* seperti ditunjukkan dalam Gambar 5 dan Gambar 6. Berdasarkan Gambar 5 terlihat bahwa kekerasan permukaan (titik 1,5 mm dan 9 mm) pada *valve stem intake* G lebih keras dibandingkan kekerasan permukaan *valve stem intake* NG. Demikian juga berdasarkan Gambar 6 bahwa kekerasan permukaan (titik 1,5 mm dan 9 mm) pada *valve stem exhaust* G lebih keras dibandingkan kekerasan permukaan *valve stem exhaust* NG.



**Gambar 5.** Profil kekerasan *valve stem intake* G dan NG

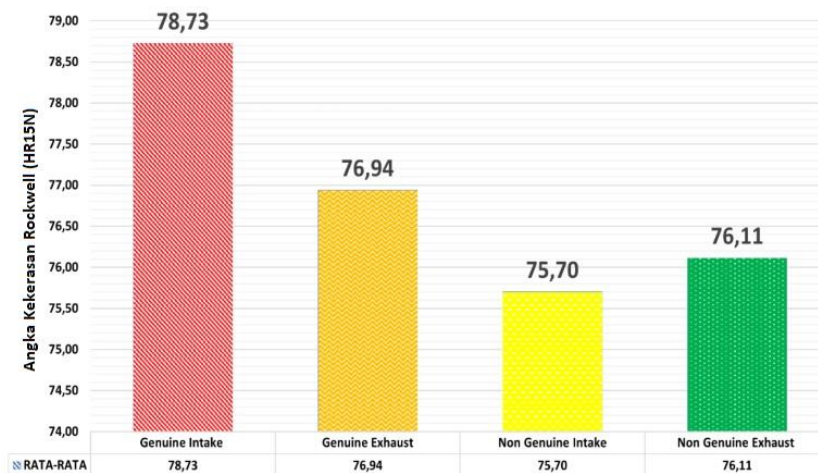


**Gambar 6.** Profil kekerasan *valve stem exhaust* G dan NG

Gambar 7 menunjukkan perbandingan angka kekerasan pada permukaan titik 1,5 mm dan 9 mm untuk



tiap *valve stem*. Angka kekerasan *valve stem intake* G adalah 78,73 HR15N lebih tinggi dibandingkan *valve stem intake* NG yang hanya bernilai 75,70 HR15N. Adapun angka kekerasan *valve stem exhaust* G adalah 76,94 HR15N, juga lebih tinggi dibandingkan *valve stem exhaust* NG yang hanya bernilai 76,11 HR15N.

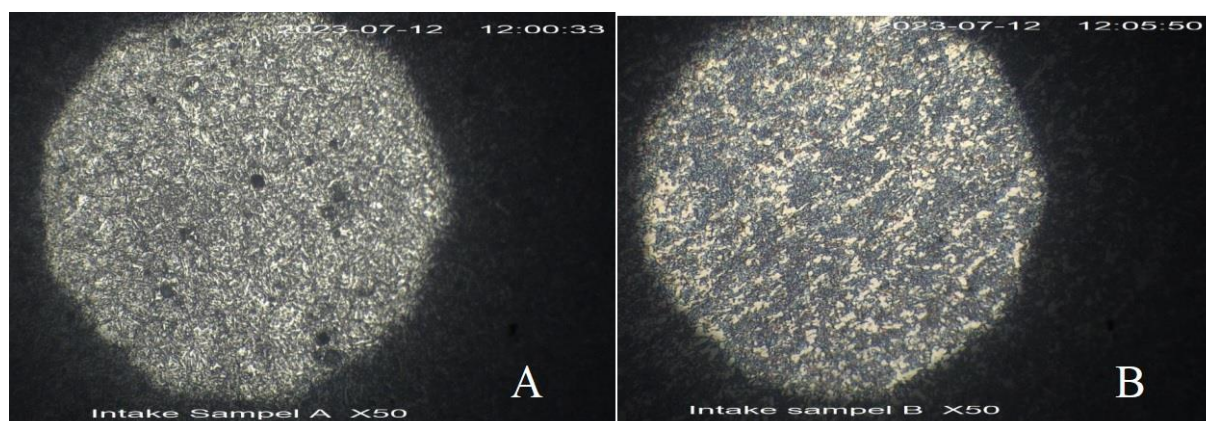


**Gambar 7.** Angka kekerasan pada permukaan *valve stem* (titik 1,5 mm dan 9 mm)

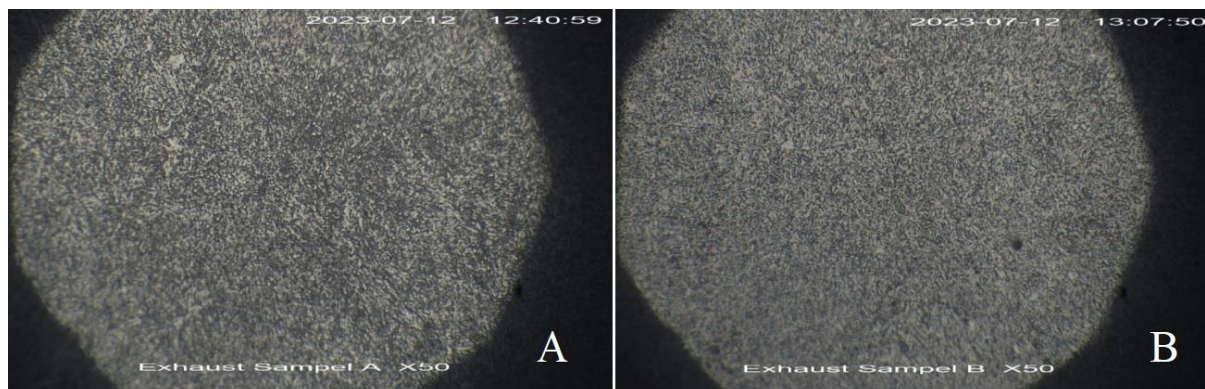
Berdasarkan hasil uji kekerasan menunjukkan bahwa komponen *valve stem* G memiliki angka kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan *valve stem* NG. Hal ini berdampak terhadap tingkat kedalaman goresan yang terjadi akibat alat pasang *cotter ring* yang sudah tidak sesuai dengan standar penggunaan. Angka kekerasan bahan berpengaruh terhadap ketahanan aus suatu bahan. Semakin keras suatu bahan maka ketahanan aus juga akan semakin tinggi [3–5].

### Pengamatan Struktur Mikro

Hasil pengamatan struktur mikro untuk *valve stem intake* G dengan NG ditunjukkan dalam Gambar 8. Struktur mikro *valve stem intake* G adalah bainit, sedangkan pada NG adalah perlit. Adapun Gambar 9 menunjukkan hasil pengamatan struktur mikro *valve stem exhaust* G dengan NG. Terlihat bahwa struktur mikro untuk *valve stem exhaust* G maupun NG sama-sama memiliki struktur mikro perlit. Hanya saja pada *valve stem exhaust* G memiliki pola perlit yang lebih rapat dibandingkan pada *valve stem exhaust* NG.



**Gambar 8.** Struktur mikro *valve stem intake*  
(A) Intake G; (B) Intake NG



**Gambar 9.** Struktur mikro *valve stem exhaust*  
(A) *Exhaust G*; (B) *Exhaust NG*

Hasil pengamatan struktur mikro sesuai dengan hasil pengujian kekerasan. *Valve stem intake G* dengan fasa bainit memiliki angka kekerasan lebih tinggi dibandingkan *valve stem intake NG* yang memiliki fasa perlit. Fasa bainit memiliki tingkat kekerasan lebih tinggi dibandingkan fasa perlit [6]. Adapun kekerasan *valve stem exhaust G* memiliki angka kekerasan lebih tinggi dibandingkan *valve stem exhaust NG*. Hal ini dikarenakan fasa perlit yang terbentuk pada *valve stem exhaust G* lebih rapat dibandingkan fasa perlit yang terbentuk pada *valve stem exhaust NG*.

### KESIMPULAN

Penggunaan alat (*tools*) pemasangan *cotter ring* yang sudah tidak sesuai standar penggunaan, menyebabkan goresan pada *valve stem intake* dan *exhaust* baik yang *genuine* (G) maupun *non-genuine* (NG). Goresan pada *valve stem intake* dan *exhaust G* memiliki tingkat kedalaman goresan rendah dibandingkan *valve stem intake* dan *exhaust NG*. *Valve stem intake G* memiliki tingkat kedalaman goresan rendah dibandingkan *valve stem intake NG* karena angka kekerasan pada permukaannya lebih tinggi. Demikian juga untuk *valve stem exhaust G* memiliki tingkat kedalaman goresan rendah dibandingkan *valve stem exhaust NG* karena angka kekerasannya lebih tinggi.

Hasil pengujian kekerasan sesuai dengan fasa yang terbentuk pada *valve stem*. *Valve stem intake G* memiliki fasa bainit yang memiliki sifat kekerasan lebih tinggi dibandingkan fasa perlit yang terbentuk pada *valve stem intake NG*. Adapun *valve stem exhaust G* memiliki fasa perlit yang lebih rapat dibandingkan pada *valve stem exhaust NG* sehingga angka kekerasan *valve stem exhaust G* lebih tinggi.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Syamsundar, V.N.A. Naikan, and S. Wu, "Estimating maintenance effectiveness of a repairable system under time-based preventive maintenance," *Computers & Industrial Engineering*, vol. 156, no. 107278, pp. 1–16, 2021.
- [2] P. Rokhforoz and O. Fink, "Hierarchical multi agent predictive maintenance scheduling for trains using price-based approach," *Computers & Industrial Engineering*, vol. 159, no. 107475, pp. 1–12, 2021.
- [3] K. Rahmani, G. Wheatley, A. Sadooghi, S.J. Hashemi, and J. Babazadeh, "The experimental investigation of hardness and wear behaviors of inner surface of the resin tubes reinforced by fibers," *Results in Engineering*, vol. 11, no. 100273, pp. 1–7, 2021.
- [4] Q. Yuan, L. Chai, J. Shen, H. Wang, H. Guan, N. Guo, and Y. Li, "Microstructural characteristics, hardness and wear resistance of a typical ferritic/martensitic steel surface-treated by pulsed laser," *Surface & Coatings Technology*, vol. 418, no. 127261, pp. 1–10, 2021.
- [5] H. Bai, L. Zhong, L. Kang, J. Liu, W. Zhuang, Z. Lv, and Y. Xu, "A review on wear-resistant coating with high hardness and high toughness on the surface of titanium alloy," *Journal of Alloys and Compounds*, vol. 882, pp. 1–12, 2021.

- no. 160645, pp. 1–12, 2021.
- [6] W.D. Callister and D.G. Rethwisch, “Phase transformations” in *Materials Science and Engineering*, 10th ed. United States of America : John Wiley & Sons, Inc., 2018, pp. 332–334.