

# JURNAL

## Techno-Socio Ekonomika

### Jurnal Ilmu-Ilmu Ekonomi-Sosial dan Teknologi

**Dampak Indeks *Global* Terhadap Indeks *Lq45* di Bursa Efek Indonesia  
Periode Tahun 2014-2016**  
Tahmat

**Monitoring Informasi Cuaca Secara *Near Time* dengan Media Komunikasi  
Internet Berbasis Arduino Melalui *Server Thinkspeak.com***  
Pamungkas Daud<sup>1</sup>, Muhammad Imron<sup>2</sup>, D. Mahmudin<sup>3</sup>

**Perencanaan Persediaan Bahan Baku Teh Dengan Metode *Material  
Requirements Planning (MRP)* Di Industri Hilir Teh (IHT)  
PT. Perkebunan Nusantara (PTPN) VIII**  
Inayati Nasrudin<sup>1</sup>, Risma Rivana<sup>2</sup>, Sofiani Nalwin Nurbani<sup>3</sup>

**Analisis Tingkat Pelayanan Jalan Arteri Primer  
Ditinjau dari Hambatan Samping dan Persimpangan**  
Iman Hidayat<sup>1</sup>, R Didin Kusdian<sup>2</sup>, Abdul Chalid<sup>3</sup>

**Analisis *Pushover* Pada Bangunan Struktur Rangka Baja  
Asrama Sangkuriang ITB – Bandung**  
Muhamad Ryanto

**Sensor Resistif Gas Oksigen Untuk Lingkungan**  
Slamet Widodo

**Kajian *Leksikostatistik* dan *Glotokronologi*  
Bahasa Sunda dan Bahasa Lahat**  
Reza Saeful Rachman

**Analisa Proses *Repair* Katup Mesin Diesel Untuk  
Pembangkit Tenaga Listrik**  
Asep Lukman Koswara

**Analisa Daya Alternator Terhadap Beban Pemakaian  
Kelistrikan Mesin Kijang 4k**  
Cecep Deni Mulyadi

**Bangunan Hemat Energi**  
Dody Kusmana



JURNAL	VOLUME	NO	HALAMAN	BANDUNG	ISSN
USB-YPKP	10	2	116 - 223	NOVEMBER 2017	1979-4835

ISSN 1979-4835



9 771979 483507

# ANALISA PROSES REPAIR KATUP MESIN DIESEL UNTUK PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK

## Asep Lukman Koswara

### Abstrak

Mekanisme katup adalah mengatur proses pemasukan fluida kerja ke dalam silinder, serta pengeluaran gas hasil pembakaran dari dalam silinder. Salah satu daerah kegagalan yang kritis pada katup buang adalah bagian permukaan katup yang berhadapan dengan dudukan katup dan secara berulang-ulang membentur dudukan katup. Sehingga jenis kerusakan yang terjadi adalah keausan akibat beban dampak dan fatiq pada temperature tinggi. Upaya perbaikan yang dilakukan adalah proses pelapisan, yaitu proses pengerasan permukaan dengan cara pengelasan busur listrik dengan material pelapis yang tahan aus dan kekerasan yang tinggi.

**Kata kunci :** katup buang, kegagalan fatiq, proses pelapisan, pengelasan busur listrik

### Abstract

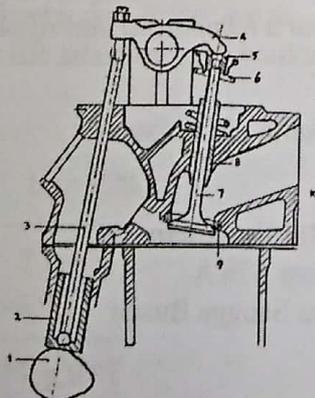
**ANALYSIS REPAIR PROCESS VALVE ENGINE FOR POWER SUPPLY ELECTRIC.** Valve mechanism is to manage the process of working fluid entering the cylinder and the emission produced product from the inside cylinder. One of the critical failure areas on the exhaust valve is surface of the valve, which is failing the result of valve sheet, which continuously attacks the valve sheet. The type of the damage is the wear as the result of impact and fatigue in the high temperature. The repairing effort done is by the coating process, e.g surface hardening by arc welding with coating material which is wear resistance and high hardness.

**Keyword :** Exhaust valve, fatigue failure, coating process, arc welding

## I. Pendahuluan

### Mekanisme Katup Buang

Hal ini karena : pertama, pada waktu langkah isap, fluida kerja masuk ke dalam silinder karena perbedaan tekanan yang kecil, oleh karena itu untuk memperoleh efisiensi volumetric yang tinggi, maka fluida kerja yang masuk harus sebanyak mungkin sehingga diameter piringan katup masuk dibuat besar. Yang kedua adalah pada saat langkah buang, gas keluar dari dalam silinder dengan perbedaan tekanan yang cukup besar ditambah lagi dengan dorongan dari gerakan torak ke atas. Dengan demikian diameter piringan katup buang dibuat kecil [3].



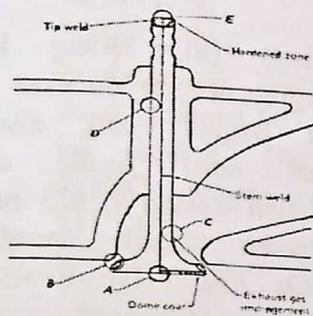
Gambar 1  
Konstruksi katup buang [3]

- |                                |             |
|--------------------------------|-------------|
| 1. Poros kam                   | 6. Pegas    |
| 2. Lifter (tapet)              | 7. Katup    |
| 3. Batang tekan jalannya katup | 8. Pengarah |
| 4. Tuas katup katup            | 9. Dudukan  |
| 5. Penahan pegas silinder      | 10. Kepala  |

Dudukan katup pada kepala silinder biasanya berupa cincin dari bahan lain yang lebih keras dan kuat serta disisipkan pada kepala silinder. Permukaan dari dudukan katup dibuat konis dengan sudut kemiringan sama dengan kemiringan dari sisi piringan katup yaitu  $45^\circ$  atau dibuat  $0,5^\circ$  lebih besar dari piringan katup. Hal ini dimaksudkan supaya diperoleh luas permukaan kontak yang besar dan katup akan selalu tertutup rapat [3].

Daerah Kritis Kegagalan pada Katup Buang

Kondisi kerja katup buang ini cukup berat, yaitu lingkungan kerjanya mempunyai temperatur yang relatif tinggi dan cara kerja katup buang yang secara berulang-ulang membentur kedudukan katup buang. Sehingga masalah yang dihadapi adalah faktor kekuatan material terhadap impak dan fatik pada temperatur tinggi. Kemudian kondisi kerja tersebut ditambah lagi dengan menempelnya zat sisa pembakaran yang mungkin terjadi (terutama karbon) pada bidang kontak muka katup dengan dudukannya yang dapat menyebabkan terjadinya lubang pada bidang kontak tersebut, sehingga akan mengakibatkan kebocoran dan dapat mengganggu proses yang terjadi di ruang bakar [6].



Gambar 2. Skema jenis katup pada mesin motor bakar [3]

Temperatur operasi maksimum muncul di daerah A dan C. Daya tahan korosi dan oksidasi paling kritis di daerah ini. Daerah C paling banyak menerima beban dinamik, konsentrasi tegangan kecil sehingga kemungkinan kegagalan fatik dapat muncul pada titik tersebut. Muka katup, daerah B, bekerja pada temperatur yang lebih rendah dibanding dengan daerah A, karena setiap kali katup menutup terjadi perpindahan panas dari muka katup ke kedudukan katup. Oleh karena itu bahan pada daerah tersebut harus tahan pada temperatur tinggi dan elastisitas yang tinggi untuk menahan beban impak yang berulang-ulang sewaktu katup membuka dan menutup [6].

Kondisi kerja mesin diesel untuk pembangkit tenaga listrik sangatlah berbeda dengan kendaraan biasa, hal ini dapat terlihat dari ukuran silinder atau ukuran katup yang jauh lebih besar pada mesin diesel pembangkit listrik. Sehingga daya yang dihasilkan lebih besar dan temperature operasi di ruang bakar-pun lebih tinggi dari pada kendaraan umum. Selain itu katup buang pada pembangkit listrik ini mengalami benturan antara muka katup dan dudukannya. Jadi untuk memperpanjang umur katup, perlu modifikasi sistem katup buang tersebut. Salah satu caranya adalah serta merupakan batasan masalah dalam penelitian ini adalah dengan metode *surfacing* yaitu pengerasan permukaan dengan cara pengelasan material berkekuatan tinggi pada permukaan bidang kontak antara muka katup dengan dudukannya [8].

## II. Bahan Dan Metoda Penelitian

Penelitian dilakukan pada dua buah katup, yaitu pertama katup yang telah digunakan sebelumnya yang ditandai dengan terjadinya kerutan dan terbentuknya terak hitam pada permukaan kepala katup. Kedua, katup hasil perbaikan (*repair*). Untuk mengetahui proses perbaikan (*repair*) yang dikerjakan pada katup, maka dilakukan pemeriksaan dan pengujian yang meliputi berbagai tahapan antara lain preparasi specimen uji metalografi dan pengujian kekerasan mikro.

## III. Hasil Dan Pembahasan

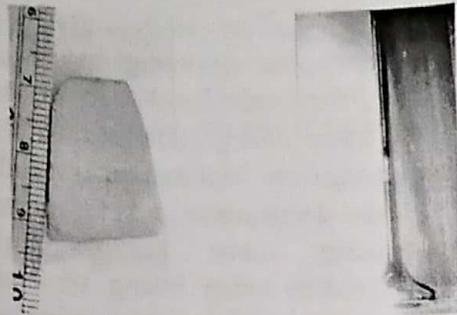
Dari hasil pemeriksaan komposisi kimia dengan *EDS (Energy Dispersive Spectrometry)* pada katup yang telah digunakan sebelumnya, diperoleh komposisi kimia sebagai berikut :

%Si = 2,20; %Mo = 0,91; %Cr = 10,21;  
%Fe = 82,73

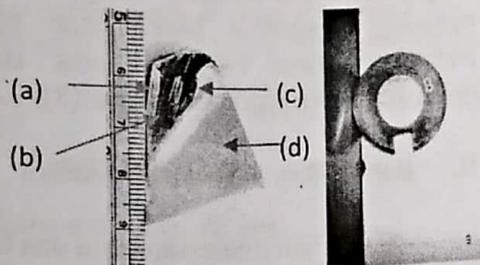
Berdasarkan standar JIS Handbook 1991, data di atas mendekati baja SUH3 yaitu kelompok *heat-resisting steel* hasil

proses *solution treatment* dan proses *aging* serta termasuk baja tahan panas *ferrite*.

Di bawah ini adalah gambar foto katup mesin diesel (b) dan bagian potongan untuk persiapan uji metalografi (a).



Gambar 3.  
Katup yang telah digunakan

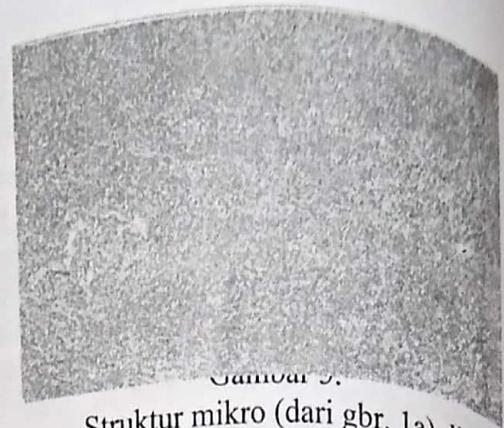


Gambar 4.  
katup hasil proses perbaikan  
(*repair*)

### 3.1 Katup yang telah digunakan

Dari hasil analisis struktur mikro, pada baja katup ini telah mengalami proses *austenisasi* kemudian di-*quench* dengan oli dan selanjutnya di *temper* sehingga menghasilkan struktur *martensit temper*.

Dari hasil pengujian kekerasan skala *vicker*, diperoleh daerah yang paling keras yaitu permukaan yang berhadapan dengan dudukan katup (yaitu titik A = dekat bibir katup) dengan kekerasan 381 VHN dan daerah yang jauh dari permukaan (yaitu menuju titik B) sebesar 340 VHN. Kekerasan yang rendah ini diakibatkan oleh terkikisnya material pelapis akibat gesekan dan benturan dengan dudukan katup pada kondisi temperatur tinggi.



Gambar 5.  
Struktur mikro (dari gbr. 1a) di daerah antara A dan B dengan pembesaran 400x

### 3.2 Katup hasil proses perbaikan (*repair*)

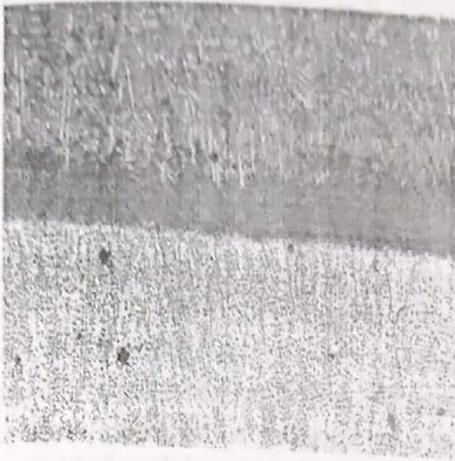
Dari gambar 2.a di atas terlihat adanya lima daerah lapisan yang berbeda, yaitu :

1. Lapisan (a), bidang kontak langsung dengan dudukan katup yaitu bagian yang dilakukan proses *hard facing* dengan ketebalan lapisan 4,7625 mm dan kekerasan daerah daerah ini sebesar 730 VHN. Berdasarkan *Tribology Handbook*, ketebalan lapisan tersebut hanya bisa dicapai dengan metode pengelasan busur (*arc welding*).



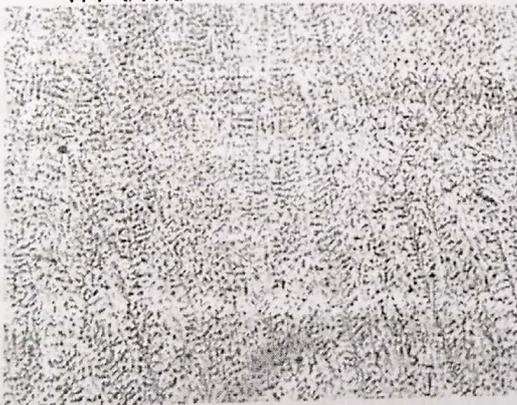
Gambar 6.  
Struktur mikro pada lapisan (a) dengan pembesaran 200X

2. Daerah batas, yaitu batas antara lapisan (a) dan lapisan (b) atau lapisan *interface*. Dengan harga kekerasan yang lebih dekat ke lapisan (a) sebesar 643 VHN dan yang lebih dekat lapisan (b) sebesar 440 VHN.



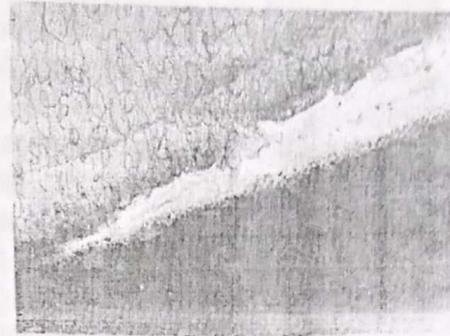
Gambar 7.  
Struktur mikro pada lapisan interface dengan pembesaran 50X

3. Lapisan (b), komposisi kimia pada daerah ini adalah : %Fe=67,65; %Cr=17,24; %Ni=10,50; %Mo=2,32; %Si=0,84. Berdasarkan Metal Reference Book halaman 567, jenis material ini adalah Baja Austenitic CrNiMo dengan harga kekerasan 311 VHN



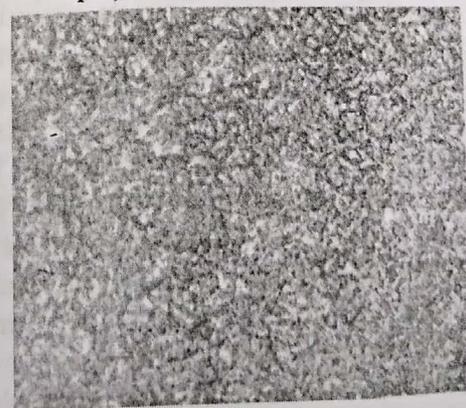
Gambar 8.  
Struktur mikro pada lapisan (b) dengan pembesaran 200X

4. Lapisan (c), lapisan ketiga dengan komposisi kimia sebagai berikut : %Fe=67,99; %Cr=6,31; %Si=2,33; %O=0,51. Berdasarkan Unified Numbering System jenis materialnya adalah Cr-Heat Resisting Steel (S 50100) atau SAE J405, dengan kekerasan adalah 526 VHN [2].



Gambar 9.  
Struktur mikro pada lapisan (c) dengan pembesaran 50X

5. Lapisan (d), merupakan daerah terpengaruh panas (HAZ=Heat Affected Zone) yaitu daerah lasan yang tidak mencair tetapi daerah ini sudah mengalami perubahan struktur mikro akibat pemanasan dan pendinginan selama proses pelapisan dengan pengelasan. Temperatur pada saat pengelasan bisa mencapai 1200°C, sehingga di daerah HAZ terbentuk fasa austenite ( $\gamma$ ) yang kasar, pada saat pendinginan fasa austenite bertransformasi menjadi ferit dan perlit (jika laju pendinginan lambat) atau menjadi fasa martensit (jika laju pendinginan cepat).



Gambar 10.  
Struktur mikro pada daerah HAZ dengan pembesaran 400X

Dari data struktur mikro di atas terlihat adanya struktur *dendrite* akibat dari solidifikasi logam yang mengalami proses pengelasan. Dari analisis metalurgi dapat diketahui bahwa proses pengerasan permukaan (*hard facing*) yang dilakukan adalah dengan proses pengelasan. Struktur *dendrite* yang terbentuk pada tiap lapisan sangat berhubungan dengan laju pembekuan, jika laju pembekuannya cepat maka struktur *dendrite* kasar dan jika laju pembekuannya lambat maka struktur *dendritnya* lebih halus [7].

Secara keseluruhan pada katup hasil proses perbaikan (*repair*), terdapatnya tiga lapisan hasil reparasi di mana ketiga lapisan tersebut mempunyai kekerasan yang berbeda-beda, dengan kekerasan tertinggi di lapisan (a) yang langsung kontak dengan dudukan katup. Perbedaan kekerasan lapisan tersebut supaya tahan terhadap retakan, karena jika semua lapisannya mempunyai kekerasan yang sama maka pada saat kepala katup berbenturan dengan dudukannya yang berlangsung secara terus menerus dan beban impak yang besar akan mudah terjadinya retakan. Oleh karena itu, lapisan pertama yang berbenturan dengan dudukan katup paling keras dan ketahanan ausnya tinggi kemudian diikuti dengan lapisan yang lebih lunak dan lebih ulet sehingga dengan begitu akan mempunyai kekuatan lapisan yang tinggi.

Proses lapisan sistem multi-layer (banyak lapis) ini sangat sulit dilakukan dengan pengelasan busur manual karena selain sulitnya mengontrol ketebalan lapisan dan keahlian operator juga kelemahan pada metode manual yaitu adanya penghentian waktu nyala busur dan ketebalan lapisan yang dapat dicapai minimum 0,125 inchi (3,175 mm). Sedangkan dengan pengelasan busur otomatis ketebalan lapisan yang dapat dicapai adalah minimum 0,1875 inchi (4,7625 mm) [9]. Tebal tersebut sama dengan ketebalan lapisan (a) pada katup

yang dibahas pada penelitian ini. Jadi proses reparasi pada katup ini dengan cara pelapisan menggunakan teknik pengelasan busur listrik secara otomatis. Adanya penambahan material lain berkekuatan tinggi yang terdapat pada tiap lapisan, maka jenis pengelasan busur yang cocok adalah las busur listrik dengan elektroda logam (*Gas Metal Arc Welding/GMAW*). Karena pada jenis las GMAW, logam yang digunakan sebagai elektroda dapat juga berfungsi sebagai logam pengisi atau logam penyambung, dalam hal ini sebagai logam pelapis [9].

Pengaruh struktur daerah las terhadap ketangguhan pada dasarnya sama saja seperti pada batas las. Tetapi pada daerah las atau daerah hasil lapisan (a) terjadi fusi antara logam pelapis (b) dan logam pelapis (a) sehingga menyebabkan terjadinya struktur yang tidak homogen. Struktur yang tidak homogen (*multi-phase*), mengakibatkan kekerasan pada lapisan (a) tertinggi dibanding lapisan (b) dan lapisan (c). Dari analisis di atas dapat dikatakan bahwa kualitas lapisan pada katup hasil perbaikan (*repair*) ini cukup baik.

Dari hasil pengujian kekerasan di atas, kita dapat memprediksi bahwa umur lapisan (a) akan lebih panjang dan lebih awet dari pada lapisan (b) dan lapisan (c) serta logam induk. Karena daerah lapisan (a) mengandung kadar kromium tertinggi dari lapisan lainnya, maka ketahanan ausnya-pun paling baik. Untuk menjamin adanya kekuatan las yang sangat baik, maka antara logam elektroda dan logam yang dilas harus membentuk paduan baru yang baik dan mampu membentuk kesatuan dengan logam induknya.

#### IV. Kesimpulan dan saran

##### 4.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisis ini, maka dapat diambil kesimpulan:

1. Adanya perbedaan kekerasan pada daerah logam induk pada katup hasil *repair*, ini membuktikan bahwa proses pengelasan dapat mempengaruhi kekerasan pada logam induk khususnya daerah HAZ (*Heat Affected Zone*).
2. Pada katup hasil proses perbaikan (*repair*), kekerasan tertinggi terdapat pada permukaan yang kontak dengan dudukan katup, hal ini membuktikan bahwa daerah tersebut telah mengalami proses pengerasan permukaan (*hard facing*) yang bertujuan untuk meningkatkan umur pakainya.
3. Dari analisa struktur mikro pada lapisan a, b dan c tampak bahwa PWHT (*Post Weld Heat Treatment*) tidak dilakukan.
4. Proses pelapisan (*repair*) yang dilakukan adalah pengerasan permukaan dengan cara pengelasan busur jenis GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) dengan material pelapis adalah :
  - 1) Lapisan (a) : *Austenitic chromium-iron* (Unified Number F45100) dengan tebal lapisannya 0,1875 inchi (4,7625 mm)
  - 2) Lapisan (b) : *Austenitic Cr-Ni-Mo* (Metal Reference Book, hal.567)
  - 3) Lapisan (c) : *Cr-Heat Resisting Steel* (Unified Number S 50100)

#### 4.2 Saran

Untuk memperbaiki penelitian ini, saran yang diajukan antara lain :  
 Perlu dilakukan analisa penyebab kegagalan pada katup yang telah dipakai, apakah penyebabnya oleh kondisi temperatur yang sangat tinggi, kualitas bahan pelapis yang tidak bagus atau terjadinya korosi akibat gas buang yang korosif.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Brojonegoro S.S., 1998, *Diktat Kuliah Tribologi*, Jurusan Mesin ITB, hal. 13 – 24.
- [2] Cook, G. Alvin, 1993, *Metal & Alloys in the Unified Numbering System*, 6<sup>th</sup> edition, USA, hal. 104 – 105.
- [3] Crouse, H. William, *Automotive Mechanics*, Tenth Edition, McGraw-Hill, New York, 1996.
- [4] Dieter, G.E., 1991, *Engineering Design a Materials and Processing Approach*, Second Edition, McGraw-Hill, Inc. New York.
- [5] Mahmud, Ahmad, 1998, *Analisis Mekanisme Katup Motor Bakar-Torak*, Tugas Sarjana Jurusan Mesin ITB, hal. 4 – 8.
- [6] Maleev, M. L., 1945, *Internal Combustion Engines*, McGraw-Hill Book Company Inc., New York.
- [7] Metal Handbook, 1972, *Atlas of Microstructures of Industrial Alloys*, Vol. 7, Eight edition, ASM Metal, Park Ohio. Page 567
- [8] Metal Handbook, 1961, *Properties and Selection of Metals*. Vol. 1, Eight edition, ASM Metal, Park Ohio, page 500 – 510
- [9] Metal Handbook, 1972, *Welding and Brazing*. Vol. 6, Eight edition, ASM Metal Park. Ohio, page 175 – 180
- [10] Neale, J. M., 1973, *Tribology Handbook*. London, page A28 – A29.
- [11] Peckner, Donald and I. M. Bernstein, *Handbook of Stainless Steel*, McGraw-Hill Book Company, 1972.

Penulis :

**Asep Lukman Koswara**  
**Dosen Tetap Pada Fak Teknik Mesin**  
**Universitas Sangga Buana**