

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN DOSEN MANDIRI**



**ANALISA KERUSAKAN KATUP PADA KENDARAAN
BUS SERI RK8**

Tim Peneliti :

Dr. Ir. Ismojo, MT, IPM/ NIDN	: 0407037201 (Ketua)
Ir. Mohamad Haifan, Magr. IPM/NIDN	: 0317116301 (Anggota)
Karel Prawira Wijaya	: 1121700020 (Anggota)

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA**

2024



INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

Jl. Raya Puspiptek, Tangerang Selatan - 15314
(021) 7562757

www.iti.ac.id [institutteknologiindonesia](https://www.instagram.com/institutteknologiindonesia) [@kampusITI](https://www.facebook.com/kampusITI) [Institut Teknologi Indonesia](https://www.youtube.com/channel/UC...)

SURAT TUGAS

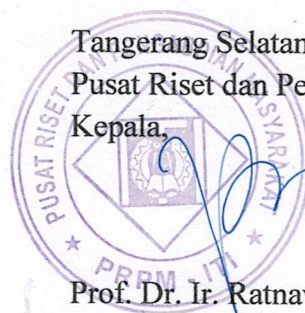
No. : 024/ST-PLT/PRPM-PP/ITI/V/2024

- Pertimbangan : Bahwa dalam rangka melaksanakan kegiatan Penelitian Bagi dosen Program Studi Teknik Mesin Institut Teknologi Indonesia, perlu dikeluarkan surat tugas.
- Dasar : 1. Pembebanan Tugas Dosen Program Studi Teknik Mesin;
2. Surat Permohonan Tanggal 27 Mei 2024;
3. Kepentingan Institut Teknologi Indonesia.

DITUGASKAN

- Kepada : Dosen Program Studi Teknik Mesin – ITI (Terlampir)
- Untuk : 1. Melaksanakan kegiatan Penelitian pada Semester Genap Tahun Akademik 2023/2024;
2. Melaporkan hasil tugas kepada Kepala PRPM - ITI;
3. Dilaksanakan dengan penuh rasa tanggung jawab.

Tangerang Selatan, 30 Mei 2024
Pusat Riset dan Pengabdian Masyarakat
Kepala,



Prof. Dr. Ir. Ratnawati, M.Eng.Sc., IPM

Tembusan Yth.

1. Wakil Rektor Bid Akademik, Penelitian dan Kemahasiswaan
2. Ka. Biro SDMO
3. Ka. Prodi T.Mesin
4. Arsip

Lampiran Surat Tugas
 No. 024/ST-PLT/PRPM-PP/ITI/V/2024
 Tanggal 27 Mei 2024

DAFTAR PENELITIAN DOSEN PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK: 2023/2024

NO	TOPIK PENELITIAN	BIDANG	NAMA DOSEN	SUMBER DANA	JUMLAH DANA (Rp)	KETERLIBATAN PRODI/INSTITUSI LAIN	KETERLIBATAN MAHASISWA
1	Studi Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Microhydro dari Pemanfaatan Saluran Drainase Mall X di Kota Badung Bali	Engineering dan Technology	Ketua: Ir. J. Victor Tuapetel, S.T., M.T., PhD., IPM., ASEAN Eng. Anggota: Dipl. Ing Ir. M. Kurniadi Rasyid, MIM	Hibah Internal ITI	10.600.000	Tidak Ada	Priawan (NRP: 1122423010)
2	Perancangan Mesin Penyuir Daging Kapasitas 4 kg	Engineering dan Technology	Dipl. Ing Ir. M. Kurniadi Rasyid, MIM	Mandiri	10.000.000	Tidak Ada	Rafi ananda (NRP: 11222225003)
3	The Nexus of Economic and Sociodemographic with Smoking in Indonesia	Social Sciences	Ketua: Wilson Rajagukguk Anggota: 1. Adolf B. Heatubun 2. Medyawanti Pane 3. Omas Bulan Samosir 4. Dra. Perak Samosir, M.Si	Mandiri	10.700.000	Ui dan UKI	Tidak Ada
4	Effect of Pd Addition on Porosity Properties of γ -Al ₂ O ₃ as a Catalyst Support Material	Engineering and Technology	Ketua: Prof. Dr. Ir. Dwita Suastiyanti, M.Si., IPM., Asean.Eng Anggota: Yuli Nurul Maulida, S.T	Mandiri	10.000.000	BRIN	Byakta Gana Pandita (NRP: 1122200001)
5	Pengaruh Temperatur dan Arus Proses Electroplating Menggunakan Nikel dan Copper Pada Logam Terhadap Ketebalan Lapisan dan Sifat Mekanis	Engineering dan Technology	Dr. Pathya Rupajati, S.T., M.T	Mandiri	10.000.000	Tidak Ada	Rio Febriyan (NRP: 112200008)
6	Analisa Kerusakan Katup Buang Pada Kendaraan Bus	Engineering dan Technology	Ketua: Dr. Ir. Ismojo, S.T., M.T Anggota: Ir. M. Haifan, M.Agr. IPM	Mandiri	10.000.000	PSPPI	Karel Prawira Wijaya (NRP: 1121700020)



Prof. Dr. Ir. Rathawati, M.Eng.Sc., IPM

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : ANALISA KERUSAKAN KATUP PADA KENDARAAN BUS SERI RK8.

Jenis Penelitian^{a)} :

Bidang Penelitian^{b)} : *Engineering*

Tujuan Sosial Ekonomi^{c)} :

Peneliti

a. Nama Lengkap : Dr. Ir. Ismojo, ST.,MT.

b. NIDN : 0407037201

c. Jabatan Fungsional : LEKTOR 300

d. Program Studi : Teknik Mesin

e. Nomor HP : 08156097219

f. Alamat Surel (*e-mail*) : ismojo@gmail.com

Anggota Peneliti (1)

a. Nama Lengkap : Ir. Mohamad Haifan, MAgr. IPM

b. NIDN : 0317116301

c. Institusi : Prodi Program Profesi Insinyur (PS-PPI)

Anggota Mahasiswa

a. Nama Lengkap : Karel Prawira Wijaya

b. NIM : 1121700020

c. Program Studi : Teknik Mesin

Institusi Sumber Dana^{d)} : Mandiri

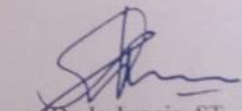
Biaya Penelitian : Rp 10.000.000 (*Sepuluh Juta Rupiah*)

Kota Tangerang Selatan, 28 Agustus 2024

Mengetahui,
 Kaprodi Teknik Mesin Otomotif

 (Dr. Victor P. Kusumadewi, MT, PhD, IPM)
 NIDN : 0322096803

Ketua Tim Peneliti


 (Dr. Ir. Ismojo, ST., MT.)
 NIDN : 0407037201

Menyetujui,
 Kepala Pusat Riset dan Pengabdian Masyarakat

 (Prof. Dr. Ir. Ratnawati, M.Eng.Sc.,IPM)
 NIDN : 0310076406

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
SURAT TUGAS	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	v
RINGKASAN	vi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan	2
D. Manfaat	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	3
A. Katup pada kendaraan otomotif	3
B. Penyebab kegagalan pada katup	4
BAB 3 METODE PENELITIAN	5
A. Pengamatan	5
B. Pengujian	5
BAB 4 HASIL dan PEMBAHASAN	6
A. Pengamatan Visual	6
B. Uji Struktur mikro	7
C. Uji Kekerasan	8
BAB 5 KESIMPULAN	10
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Hasil Pengujian Kekerasan Vickers	8
-----------	-----------------------------------	---

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tata nama dasar katup mesin	3
Gambar 3.1	Katup JIS-SUH3: (a) Baru dan (b) Bekas	5
Gambar 4.1	Bagian katup yang rusak: (a) combustion face, (b) Head, dan (c) batang (stem)	6
Gambar 4.2	Struktur mikro dengan pembesaran 500x : (a) Katup Baru, dan (b) Katup Bekas Pakai	7
Gambar 4.3	Tie Rod truk DYNA 130HT Pembesaran Optik 200x	8

RINGKASAN

Karya ilmiah ini menyajikan analisis kerusakan katup pada bus jeinis RK8 yang rusak setelah pemakaian. Kerusakan telah terjadi di pelat dan batang katup buang. Bahan katup terbuat dari baja dengan standar JIS-SUH3. Katup buang yang rusak diperiksa secara visual dan mikro menggunakan mikroskop elektron. Uji keras dilakukan pada katup buang yang rusak dengan menggunakan alat uji mikro Vickers dan dibandingkan dengan katup buang yang baru. Hasil visual menunjukkan adanya lapisan oksidasi yang tidak tabil pada permukaan katup buang, merupakan faktor penting dari kegagalan. Lapisan oksidasi yang terbentuk akan bereaksi dengan lapisan las dan gas suhu buang pada temperatur tinggi, akibatnya lapisan las kehilangan sifat tahan ausnya selama prosedur servis berikutnya. Namun, hasil pemeriksaan memperlihatkan adanya peningkatan nilai kekerasan pada katup buang bekas sebesar 7 % dari katup baru. Peningkatan kekerasan ini disebabkan oleh adanya perubahan fasa sementit dari bentuk bulat (katup buang baru) menjadi bentuk lamellar (katup buang bekas).

Kata Kunci: Transportasi, Katup (klep), Vickers, Struktur mikro.

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Mesin empat langkah mempunyai langkah hisap, kompresi, usaha dan buang. Mekanisme katup dirancang dengan sedemikian rupa untuk membuka aliran masuk campuran udara dan bahan bakar pada langkah hisap, dan mengeluarkan sisa pembakaran melalui katup buang. Maka mekanisme katup yang ada di mesin akan bergerak bergesekan dan akan mendapatkan panas serta gaya dari berbagai arah. Lama-kelamaan komponen-komponen mekanisme katup ini akan menjadi aus, terutama pada bagian komponen yang bersinggungan yaitu pada penekan (Budiyono, dkk., 2019).

Dony A. N., dkk., membahas tentang penyebab terjadinya gangguan pada katup gas buang mesin induk di kapal MT. Martha Tender milik PT. Waruna. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi gangguan tersebut dan memberikan langkah-langkah untuk menyelesaikan masalah tersebut. Mereka melaporkan bahwa faktor prioritas yang menyebabkan terjadinya gangguan katup gas buang mesin adalah adanya kebocoran kompresi pada katup gas buang yang disebabkan karena faktor keausan antara *spindle* dan *seating*, penggunaan katup melebihi jam kerja dan kurangnya pendinginan (Dony A. N., dkk., 2017).

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengetahui penyebab dari kegagalan pada *Internal Combustion Engine Valves*. Kegagalan pada *Internal Combustion Engine Valves* bisa disebabkan oleh beberapa faktor seperti keausan, penurunan wajah katup (*valve face recession*), kelelahan, kelelahan termal, erosi/korosi, pemanasan berlebih pada katup, deposit karbon pada katup (Naresh Kr. Raghuwanshi, dkk., 2012). M.I. Karamangil, dkk., menginvestigasi efek tebal film karbon yang berbeda pada katup buang. Mereka menunjukkan bahwa hilangnya panas dan suhu katup berkurang dan permukaan katup terkena benturan termal yang lebih kecil dengan meningkatkan ketebalan film karbon (M.I. Karamangil, dkk., 2008). Peneliti lain melakukan analisa perbandingan kualitas antara katup original, katup original ex-pakai, dan katup imitasi pada sepeda motor YJZ 110CC. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa katup original dan katup original ex-pakai memiliki tingkat kekerasan yang lebih tinggi, namun komposisi kimia dan unsur lain pada katup imitasi patut diperhatikan. (Sumiyanto, dkk., 2021). Yanpeng Feng, dkk., melakukan investigasi pada katup buang pembakaran internal yang rusak setelah pemakaian lebih dari 200 jam. Hasil menunjukkan bahwa ketidakstabilan lapisan oksidasi yang terbentuk pada permukaan segel selama tahap awal, merupakan faktor penting kegagalan. Dalam kasus ini, lapisan

tersebut tipis dan berpori, sehingga gas buang bersuhu tinggi dapat bereaksi dengan lapisan pengelasan matriks. Akibatnya, lapisan pengelasan kehilangan sifat tahan ausnya selama prosedur servis berikutnya (Yanpeng Feng, dkk., 2015).

Berdasarkan penelusuran literatur diatas, tujuan utama dari penelitian ini adalah menganalisa kerusakan katup buang pada kendaraan bus seri RK8 selama proses pemakaiannya berdasarkan perubahan sifat mekanik dan struktur mikro.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah melihat bagaimana kerusakan yang terjadi pada katup buang pada kendaraan bus seri RK8? dilihat dari perubahan sifat mekanik (nilai kekerasan) dan struktur mikro-makro di akhir pemakaian, dan dibandingkan dengan material baru (sebelum pemakaian)

C. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa kerusakan katup buang pada kendaraan bus seri RK8 selama proses pemakaiannya berdasarkan perubahan sifat mekanik dan struktur mikro-makro.

D. Manfaat

Mengetahui penyebab kerusakan yang terjadi pada komponen katup buang pada kendaraan bus seri RK8 dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

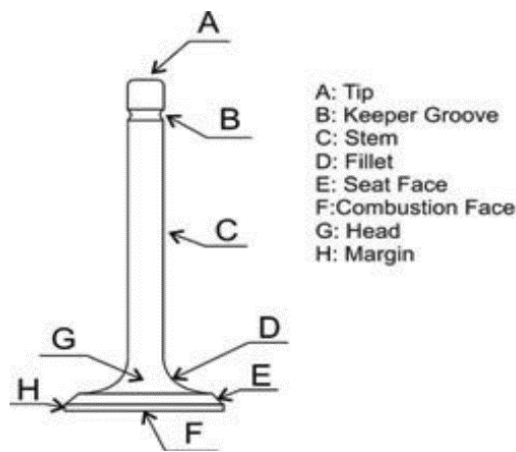
1. Memberikan pemahaman akan pentingnya pengecekan secara berkala pada kendaraan.
2. Mencegah terjadinya kecelakaan dalam berkendara.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

A. Katup pada kendaraan otomotif

Mesin pembakaran internal empat langkah terdiri dari dua katup yang dikenal sebagai katup masuk (*inlet valve*) dan katup buang (*exhaust valve*). Katup masuk memungkinkan udara atau campuran udara-bahan bakar masuk ke dalam ruang. Katup buang memaksa gas buang keluar. "KATUP" adalah komponen yang digunakan untuk membuka atau menutup saluran. Untuk memasukkan campuran bahan bakar ke dalam silinder mesin dan memaksa gas buang keluar pada waktu yang tepat. Beberapa sistem kontrol diperlukan, yang disediakan oleh katup. Ada berbagai jenis katup yang digunakan oleh pabrik; beberapa jenis katup yang umum adalah katup poppet, katup geser, katup putar, dan katup selongsong. Tata nama dasar yang digunakan untuk katup ditunjukkan pada Gambar 2.1,



Gambar 2.1 Tata nama dasar katup mesin. (Naresh Kr. Raghuwanshi, dkk., 2012)

Pada mesin kendaraan bermotor, katup penarik digunakan untuk setiap silinder, katup masuk dan katup buang. Katup masuk terletak di persimpangan silinder dan port masuk, dan katup buang terletak di persimpangan port buang dan silinder. Umumnya katup masuk lebih besar daripada katup buang, karena kecepatan campuran udara-bahan bakar yang masuk lebih rendah daripada kecepatan gas buang yang keluar karena tekanan. Lebih jauh karena tekanan, kepadatan gas buang juga relatif tinggi. Selain itu, katup buang yang lebih kecil juga lebih disukai karena jalur aliran panas yang lebih pendek dalam kasus ini dan akibatnya beban termal berkurang. Umumnya katup masuk dan katup buang masing-masing berukuran 45% dan 38% dari lubang silinder (Goli Udaya Kumar, dkk., 2014).

Tujuan katup dalam silinder mesin adalah untuk memasukkan campuran udara-bahan bakar dan mengeluarkan gas buang. Katup masuk yang juga dikenal sebagai katup

pemasukan memasukkan muatan ke dalam silinder dan katup buang digunakan untuk mengeluarkan gas buang dari silinder. Dalam mesin 4 tak, katup masuk dan katup buang beroperasi sekali dalam dua putaran poros engkol. Masing-masing katup harus beroperasi sekali dalam satu putaran dan ini dilakukan oleh poros bubungan, yang berputar pada setengah kecepatan poros engkol. Urutan pengapian silinder menetapkan urutan pembukaan dan penutupan katup.

Komponen utama mekanisme tersebut adalah katup, lengan ayun, pegas katup, batang pendorong, nok, dan poros bubungan. Bahan bakar dimasukkan ke dalam mesin melalui katup masuk dan gas yang terbakar keluar melalui katup buang. Nok yang bergerak pada poros nok yang berputar mendorong pengikut nok dan batang pendorong ke atas, dengan demikian mentransmisikan aksi nok ke lengan ayun. Ketika salah satu ujung lengan ayun didorong ke atas oleh batang pendorong, ujung lainnya bergerak ke bawah. Hal ini mendorong batang katup ke bawah yang menyebabkan katup bergerak ke bawah, sehingga membuka port. Ketika pengikut cam bergerak di atas bagian melingkar cam, aksi dorong lengan ayun pada katup dilepaskan dan katup kembali ke dudukannya dan menutupnya oleh aksi pegas katup (Goli Udaya Kumar, dkk., 2014).

Bahan yang digunakan untuk katup masuk dan katup buang umumnya berbeda karena kondisi pengoperasian yang berbeda. Bahan untuk katup buang harus memiliki sifat mekanis berikut agar dapat beroperasi dalam kondisi yang lebih berat, yaitu:

- Kekuatan dan kekerasan yang cukup untuk menahan gaya tarik dan keausan.
- Kekuatan lelah yang memadai.
- Kekuatan mulur yang tinggi.
- Ketahanan terhadap korosi.
- Ketahanan terhadap oksidasi pada suhu operasi yang tinggi.
- Koefisien ekspansi termal yang kecil untuk menghindari tekanan termal yang berlebihan. Konduktivitas termal yang tinggi untuk pembuangan panas yang baik.

B. Penyebab kegagalan pada katup

Semua jenis kegagalan katup memengaruhi kinerja mesin, sehingga analisis kegagalan katup mesin pembakaran internal menjadi sangat penting. Kemungkinan kegagalan katup adalah kegagalan akibat keausan, penyusutan permukaan katup, kegagalan akibat kelelahan, kelelahan termal, erosi/korosi katup, katup menjadi terlalu panas, endapan karbon pada katup, dll.

Literatur penelitian yang tersedia tentang kegagalan katup menunjukkan bahwa desain katup merupakan tugas yang rumit karena katup mengalami berbagai beban pada setiap titik waktu, seperti beban terbalik pada suhu tinggi, konsentrasi tegangan pada area alur penahan, dan endapan karbon di katup buang. Katup umumnya gagal karena kelelahan (M.I.Kramangil dkk., 2008; H. J. C. Voorwalda, dkk., 2011).

Katup tertutup dibebani oleh gaya pegas dan tekanan di dalam silinder, yang bervariasi secara berkala selama pengoperasian mesin dan mencapai nilai puncak orde 15 MPa. Tekanan tinggi seperti itu di dalam silinder menyebabkan pembengkokan kerucut katup, yang mengakibatkan gerakan geser dan kontak yang tidak tepat antara permukaan katup dan sisipan dudukan sehingga akhirnya menyebabkan kegagalan keausan. Mesin Otto dan Diesel beroperasi pada suhu 550°C di dalam katup masuk; nilai yang sesuai di dalam katup buang masing-masing adalah 700°C dan 800°C. Suhu katup buang dapat melonjak hingga 900°C. Karena katup buang beroperasi pada suhu tinggi, katup tersebut terkena beban termal dan korosi kimia. Katup masuk, yang tidak mengalami beban termal ekstrem seperti itu, didinginkan oleh gas yang masuk, transmisi termal di dudukan, dan dengan cara lain (M.I.Kramangil dkk., 2008).

Katup mengalami pembebanan siklik akibat dinamika rangkaian katup. Batang katup mengalami pembebanan berulang secara aksial, sehingga dapat rusak akibat Kelelahan aksial. Area alur penahan mengalami tegangan tarik dan menjadi bagian kritis akibat konsentrasi tegangan geometris. Dalam makalah ini, semua kemungkinan kegagalan katup dipertimbangkan dan didiskusikan (H. J. C. Voorwalda, dkk., 2011).

BAB 3 METODE PENELITIAN

A. PENGAMATAN

Material katup (*klep*) masuk dan katup (*klep*) buang terbuat dari material baja JIS-SUH3. Pengamatan dilakukan dengan cara membandingkan material katup mauk dan buang yang baru dengan material katup masuk dan buang yang telah rusak (bekas pakai) Gambar 3.1.



(a)



(b)

Gambar 3.1. Katup JIS-SUH3: (a) Baru dan (b) Bekas

B. PENGUJIAN

Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengujian Metalografi dan uji kekerasan. Pengujian Kekerasan dan Pengamatan Struktur Mikro dilakukan dengan menggunakan alat *Metkon Microhrdness Tester DURONLINE-M ASTM E 92* dengan beban 200 gf dan mikroskop optic metalurgi *olympus BX60M ASTM W 112* yang dilengkapi dengan komputer dan kamera digital.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

A. PENGAMATAN VISUAL

Gambar 4.1. memperlihatkan material katup yang rusak. Pengamatan secara visual dari gambar 4.1. memperlihatkan adanya kerak di atas permukaan pembakaran (*combustion face*), korosi di bagian *Head*, dan keausan di bagian batang (*stem*) katup.



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.1. Bagian katup yang rusak: (a) *combustion face*, (b) *Head*, dan (c) batang (*stem*).

Gambar 4.1. (a), memperlihatkan kerusakan katup dimana pada bagian permukaan *combustion face* terjadi pembentukan kerak oksida hitam. Hal ini diakibatkan oleh reaksi oksidasi pada bagian tersebut, karena pada daerah ini temperatur proses dapat mencapai hingga temperatur 720°C. jika ini tidak diganti atau terus dipakai maka ini dapat menyebabkan kegagalan lelah seperti yang dilaporkan oleh Oh Geon Kwon dkk., 2014. Mereka melaporkan bahwa pembentukan kerak oksida hitam menurunkan kekuatan kelelahan secara signifikan pada peningkatan suhu.

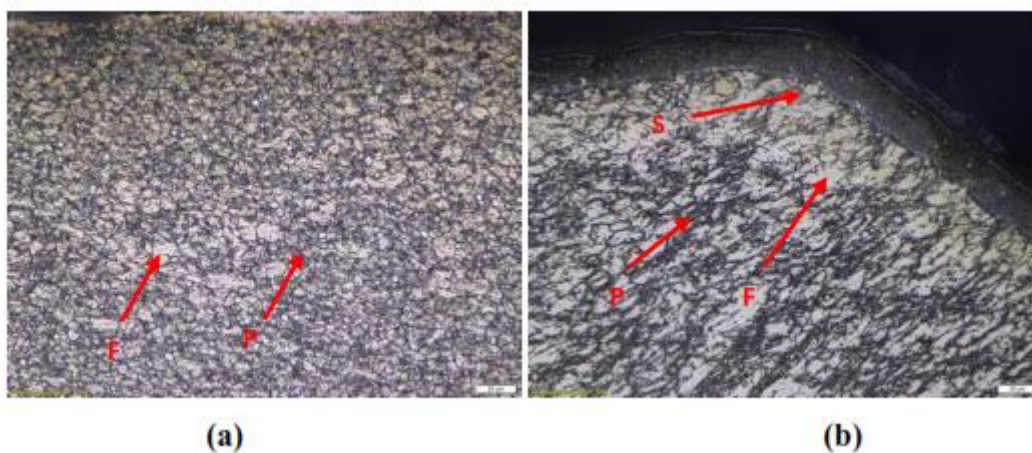
Gambar 4.1 (b), memperlihatkan adanya korosi pada katup di bagian *Head*. Seperti yang dibahas di atas, katup buang beroperasi pada suhu tinggi Pembentukan kerak yang

dihasilkan pada katup mengikis permukaan katup akibat gas buang buang. Logam struktural selalu mengalami penghilangan material permukaan saat digunakan akibat erosi oleh partikel kecil, padat, dan berdampak. Di sebagian besar lingkungan erosi suhu tinggi, permukaan yang terkikis mengalami korosi serta erosi. Dalam satu rangkaian pengujian, kerak nikel oksida terbentuk hingga setebal 100 μm pada suhu 1000°C pada nikel murni komersial. Dalam studi tentang efek pembakaran bahan bakar berat pada degradasi dudukan katup buang diesel, peran "kerak" yang diendapkan pada permukaan dudukan mengurangi aliran panas melalui kontak. Pelumas yang mengandung kadar abu sulfat tinggi (lebih dari 1,0 berat%) telah diidentifikasi sebagai kontributor potensial terhadap pembentukan endapan berat (Naresh Kr. Raghuwanshi, dkk., 2012).

Keausan umumnya terjadi pada permukaan dudukan katup dan batang katup, yang merupakan bagian yang meluncur pada pemandu batang katup (gambar 4.1. b). Keausan terutama terjadi karena dua faktor utama, yang pertama adalah gaya benturan antara permukaan dudukan katup dan sisipan dudukan, sedangkan yang kedua adalah karena gesernya katup pada sisipan dudukan selama aksi tekanan pembakaran. Proses gesekan dan benturan menyebabkan permukaan katup aus. Mekanisme keausan yang umum meliputi adhesif, abrasif, fretting, erosi, kavitasi, dan kelelahan kontak-gulung.

B. UJI STRUKTUR MIKRO

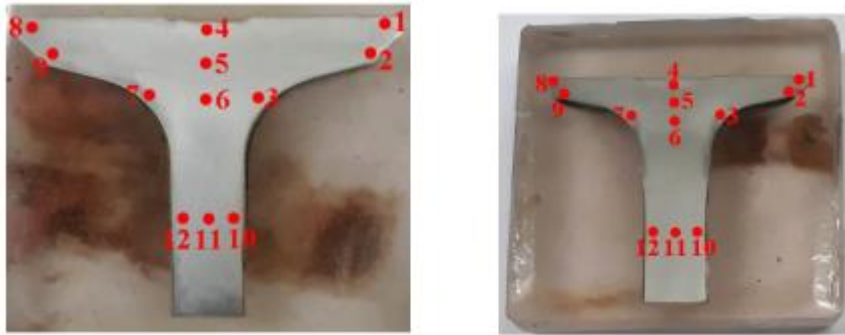
Struktur mikro katup baru dan bekas dengan pembesaran optik 500x dapat dilihat pada Gambar 4.2. Gambar 4.2. (a) menunjukkan struktur mikro untuk katup baru. Dari gambar tersebut terlihat bahwa katup baru memiliki struktur dengan bentuk butir yang halus dan terdiri dari fasa ferit (bagian yang putih) dan fasa perlit (bagian butir yang gelap). Sementara pada Gambar 4.2. (b) memperlihatkan struktur mikro katup bekas pakai. Terjadi perubahan bentuk butir pada katup bekas pakai. Butir yang terbentuk terlihat lebih besar jika dibandingkan dengan butir pada katup baru. Hal ini disebabkan oleh adanya proses pemanasan yang terjadi pada suhu tinggi, yaitu mencapai temperatur 750°C.



Gambar 4.2. Struktur mikro dengan pembesaran 500x : (a) Katup Baru, dan (b) Katup Bekas Pakai.

C. UJI KEKERASAN

Pengujian kekerasan ini menggunakan metode Vickers Hardness dengan alat uji Mitutoyo Hardness Testing Machine HM200, beban yang diberikan 3 Kgf (0,3N) dengan sudut indenter 120° selama 15 detik. Posisi pembebanan dapat dilihat pada Gambar 4.3. sementara hasil pengujian kekerasan Vickers diperlihatkan pada tabel 4.1.



Gambar 4.3. Letak Titik Pengujian Kekerasan Vickers

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Kekerasan Vickers

No	Nilai Kekerasan HV	
	Baru	Bekas
1	360	391
2	362	396
3	358	391
4	371	381
5	367	383,5
6	371	383,5
7	362	393,5
8	362	396
9	358	396
10	358	381
11	362	381
12	362	386
Rata-rata	362,75	388,3

Berdasarkan Tabel 4.1. menunjukkan bahwa nilai kekerasan rata – rata katup bekas pakai lebih tinggi (388,3 HV) dari katup baru (362,75 HV). Seperti dijelaskan sebelumnya bahwa katup selama beroperasi mengalami gaya gesekan selama aksi tekanan pembakaran dan benturan antara permukaan dudukan katup dan dusukan sisipan. Gaya – gaya tersebut menyebabkan struktur butir yang terbentuk pada katup bekas menjadi pipih. Sehingga butir mengalami peregangan dan menyebabkan nilai kekerasannya meningkat.

Dari hasil pengujian kekerasan diketahui katup baru memiliki nilai rata – rata kekerasan Vickers sebesar 365,72 HVN, sedangkan pada katup bekas pakai memiliki nilai rata – rata kekerasan Vickers yang lebih besar yaitu 388,3 HVN dapat dilihat dari Tabel 4.2. Terjadi perbedaan nilai kekerasan antara kedua katup sebesar 25,55 HVN, hal tersebut dikarenakan katup bekas pakai telah mengalami strain hardening akibat pembebanan selama bus jenis RK8 beroperasi. Peningkatan kekerasan tersebut menyebabkan katup bekas pakai menjadi lebih getas. Selain itu yang menyebabkan katup bekas pakai lebih keras adalah kadar besi dan krom lebih tinggi.

BAB 5

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis kerusakan pada katup bus jenis RK8 ditemukan bahwa penyebab utama kerusakan adalah terbentuknya kerak diatas permukaan pembakaran (*combustion face*), korosi di bagian *Head*, dan keausan di bagian batang (*stem*) katup. Selain itu, dari penelitian ini juga ditemukan adanya peningkatan nilai kekerasan pada katup bekas pakai yaitu sebesar 7 %.

DAFTAR PUSTAKA

Budiyono, Imam Prasetyo, dan Muhammad Rifqi. Identifikasi Dan Troubleshooting Mekanisme Katup Pada Mesin Diesel Mitshubishi Ps 100. Surya Teknika, 2019 Vol.5 No1.

Dony A. N., Sumarno PS., dan Fitri Kensiwi. Identifikasi Gangguan Katup Gas Buang Mesin Induk di MT. MARTHA TENDER. Jurnal Dinamika Bahari, Vol. 8 No. 1 Edisi Oktober 2017

Goli Udaya Kumar, and Venkata Ramesh Mamilla. Failure Analysis of Internal Combustion Engine Valves By Using Ansys. American International Journal of Research in Science, Technology, Engineering & Mathematics (AIJRSTEM) 14-183; © 2014.

H. J. C. Voorwalda, R. C. Coisse, and M. O. H. Cioffi. Fatigue Strength of X45CrSi93 stainless steel applied as internal combustion engine valves. Procedia Engineering 10 (2011) 1256–1261.

M.I. Karamangil A. Avci and H. Bilal. Investigation of the effect of different carbon film thickness on the exhaust valve. Heat Mass Transfer 44 (2008) 587–598

Naresh Kr. Raghuwanshi, Ajay Pandey, and R. K. Mandloi. Failure Analysis of Internal Combustion Engine Valves: A Review. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology (IJIRSET). Vol. 1, Issue 2, December 2012.

Oh Geon Kwon and Moon Sik Han, Failure analysis of the exhaust valve stem from a Waukesha P9390 GSI gas engine. Engineering Failure Analysis 11 (2004) 439-447

Sumiyanto, Rudi Sapura, dan Rizki Reza Darmawan. Analisa Perbandingan Kualitas Katup Original, Katup Original Ex-Pakai Dan Katup Imitasi Sepeda Motor YJZ 110 CC. Jurnal Tera, Page 84 – 97, Volume 1, Issue 1, Maret 2021.

Yanpeng Feng, Haijun Tang, Chunguang Li, Xiaoming Ma and Mingli xie. Failure Analysis of Internal Combustion Exhaust Valve International Conference on Applied Science and Engineering Innovation (ASEI 2015).