

ANALISA PERBANDINGAN KUALITAS KATUP ORIGINAL, KATUP ORIGINAL EX-PAKAI DAN KATUP IMITASI SEPEDA MOTOR YJZ 110CC

Sumiyanto¹, Rudi Sapura², Rizki Reza Darmawan³

Program Studi Teknik Mesin, FTI, Institut Sains Dan Teknologi Nasional

Corresponding author

E-mail: sumiyanto@istn.ac.id



Diterima : 10/02/2021
Direvisi : 24/02/2021
Dipublikasi : 10/03/2021

Abstrak: Katup merupakan salah satu komponen mesin yang mempunyai fungsi atau peran yang sangat penting dalam proses pembakaran bahan bakar suatu mesin. Karena seringnya bergerak dan bergesekan dengan komponen lain membuat katup tersebut mudah mengalami kerusakan atau keausan maka diperlukan pergantian dengan spare part yang baru. Disamping ini material katup harus tahan pada suhu yang tinggi. Katup umumnya terbuat dari baja, sedangkan katup masuk terbuat dari baja JIS-SUH3 fasa martensitic atau mempunyai sifat keras. Untuk mengetahui nilai kekuatan dari katup sepeda motor, maka harus dilakukan pengujian kekerasan pada katub tersebut. Dari hasil nilai uji kekerasan pada katup original 296-478HV, katup original ex-pakai memiliki nilai 371-515HV, dan katup imitasi memiliki nilai 507-341HV. Dari hasil uji metalografi pada setiap katup memiliki struktur mikro berupa austenit dengan butiran karbida halus yang merata.

Kata Kunci: Katup, Kekerasan

PENDAHULUAN

Pemakaian mesin yang terus menerus mengakibatkan komponen yang ada didalamnya menjadi aus dan rusak, maka perludilakukan pergantian dengan yang baru. Komponen pengganti untuk mengganti komponen yang rusak tersebut sering kita sebut spare part (suku cadang). Pemilihan spare part yang tepat dapat memperpanjang umur mesin selain itu dapat juga menghemat pengeluaran.

Katup merupakan salah satu komponen mesin yang mempunyai fungsi atau peran yang sangat penting dalam proses pembakaran bahan bakar suatu mesin. Karena seringnya bergerak dan bergesekan dengan komponen lain membuat katup tersebut mudah mengalami kerusakan atau keausan maka diperlukan pergantian dengan spare part yang baru. Disamping ini material katup harus tahan pada suhu yang tinggi. Katup umumnya terbuat dari

baja, sedangkan katup masuk terbuat dari baja JIS-SUH3 fasa martensitic atau mempunyai sifat keras. JIS- SUH3 adalah campuran logam intermediate dan mempunyai pelapis pengausan superior. Sedangkan katup buang terbuat dari baja JIS-SUH3 5 yang mempunyai fasa austenitic. Baja tahan karat adalah campuran logam yang berisi unsur kromium, baja ini umumnya berisi kromium dan ferrit yang mencapai karakteristik tanpa noda dipermukaan oksida. Selain baja, material katup terbuat dari campuran logam seperti Si₃N₄, TiAl, dan Nikel. Material alternatif terbuat dari paduan alumunium (Al-Mg-Si) mempunyai penghantar termal tinggi dibandingkan kromium.

Masyarakat kita pada umumnya menggunakan spare part hanya memilih pada salah satu produk saja dari beberapa produk, mengingat banyaknya berbagai macam merk yang ada dipasaran. Adanya fenomena ini penulis mencoba meneliti dan menganalisa suatu material dengan produk-produk yang ada dipasaran untuk dapat diketahui kualitas serta unsur-unsur yang terkandung dalam material tersebut

KAJIAN PUSTAKA

Definisi Motor

Motor YJZ

Motor YJZ merupakan sepeda motor produksi asal Jepang berkapasitas mesin 110 cc salah satu motor bebek di Indonesia. Motor YJZ menggunakan karburator, memakai mesin satu silinder. Dan berbahan bakar besin.

Pengertian Motor 4 Langkah

Motor bakar empat langkah adalah mesin pembakaran dalam, yang dalam satu kali siklus pembakaran akan mengalami empat langkah piston. Sekarang ini, mesin pembakaran dalam pada mobil, sepeda motor, truk, pesawat terbang, kapal, alat berat dan sebagainya, umumnya menggunakan siklus empat langkah. Empat langkah tersebut meliputi langkah hisap (pemasukan), kompresi, tenaga dan langkah buang. Yang secara keseluruhan memerlukan dua putaran poros engkol (*crankshaft*) per satu siklus pada mesin bensin atau mesin diesel.



Gambar 1. Katup (Valve)

Definisi Katup (Valve)

Klep atau katup atau bisa disebut valve adalah suatu alat atau bagian dari mesin motor yang bersifat dinamis yang terpasang pada kepala silinder. *Klep* atau dalam bahasa inggrisnya bernama *Valve* biasa di sebut juga katup berfungsi mengatur masuknya gas baru dan keluarnya gas buang sisa pembakaran pada mesin motor. Tugas dari klep sendiri sangat berat

dan vital, karena apabila ada kebocoran/gangguan sedikit saja pada klep akan mengakibatkan tenaga mesin menjadi menurun atau istilah kerennya performa mesin turun.

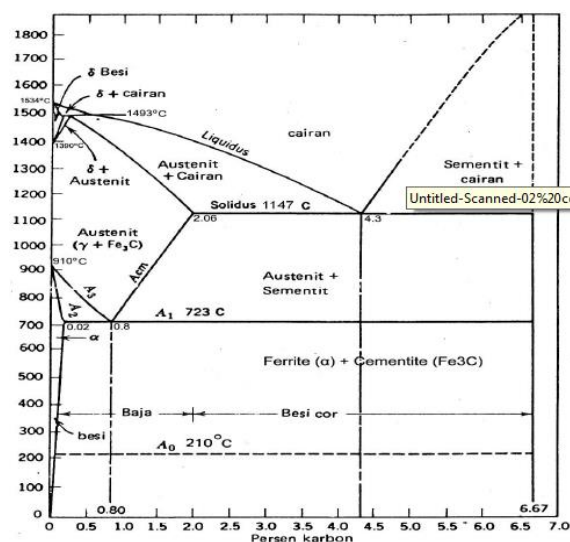
Klasifikasi Baja

Baja adalah logam paduan, logam besi sebagai unsur dasar dengan beberapa elemen lainnya, termasuk karbon. Kandungan unsur karbon dalam baja berkisar antara 0.2% hingga 2.1% berat sesuai *grade* nya. Elemen berikut ini selalu ada dalam baja: karbon, mangan, fosfor, sulfur, silikon, dan sebagian kecil oksigen, nitrogen dan aluminium. Selain itu, ada elemen lain yang ditambahkan untuk membedakan karakteristik antara beberapa jenis baja diantaranya: mangan, nikel, krom, molybdenum, boron, titanium, vanadium dan niobium. Dengan memvariasikan kandungan karbon dan unsur paduan lainnya, berbagai jenis kualitas baja bisa didapatkan. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur penguat dengan mencegah dislokasi bergeser pada kisi kristal (*crystal lattice*) atom besi.

Baja karbon ini dikenal sebagai baja hitam karena berwarna hitam, banyak digunakan untuk peralatan pertanian misalnya sabit dan cangkul. Penambahan kandungan karbon pada baja dapat meningkatkan kekerasan (*hardness*) dan kekuatan tariknya (*tensile strength*), namun di sisi lain membuatnya menjadi getas (*brittle*) serta menurunkan keuletannya (*ductility*). Meskipun baja sebelumnya telah diproduksi oleh pandai besi selama ribuan tahun, penggunaannya menjadi semakin bertambah ketika metode produksi yang lebih efisien ditemukan pada abad ke-17. Dengan penemuan proses Bessemer di pertengahan abad ke-19, baja menjadi material produksi massal yang membuat harga produksinya menjadi lebih murah. Saat ini, baja merupakan salah satu material paling umum di dunia, dengan produksi lebih dari 1,3 miliar ton tiap tahunnya. Baja merupakan komponen utama pada bangunan, infrastruktur, kapal, mobil, mesin, perkakas, dan senjata. Baja modern secara umum diklasifikasikan berdasarkan kualitasnya oleh beberapa lembaga-lembaga standar.

Definisi Diagram Fasa

Diagram kesetimbangan atau diagram fasa seperti terlihat pada gambar 2, merupakan diagram untuk perlakuan panas bagi logam, dan diagram fasa besi-karbon diberlakukan untuk baja.



Gambar 2 Diagram Kesetimbangan Fe-C

Dari diagram fasa yang ditunjukkan pada gambar 2. terlihat bahwa suhu sekitar 723°C merupakan suhu transformasi austenit menjadi fasa perlit (yang merupakan gabungan fasa ferit dan sementit). Transformasi fasa ini dikenal sebagai reaksi eutektoid dan merupakan dasar proses perlakuan panas dari baja. Sedangkan daerah fasa yang prosentase larutan karbon hingga 2 % yang terjadi di temperatur 1.147°C merupakan daerah besi gamma (γ) atau disebut austenit bersifat stabil, lunak, ulet, mudah dibentuk dan mempunyai struktur kristal *Face Centered Cubic* (FCC).

Besi murni pada suhu dibawah 910°C mempunyai struktur kristal *Body Centered Cubic* (BCC). Besi BCC dapat melarutkan karbon dalam jumlah sangat rendah, yaitu sekitar 0,02 % maksimum pada suhu 723°C . Larutan pada intensitas dari karbon didalam besi ini disebut juga besi alpha (α) atau fasa ferit. Pada suhu diantara 910°C sampai 1.390°C , atom-atom besi menyusun diri menjadi bentuk kristal *Face Centered Cubic* yang juga disebut besi gamma (γ) atau fasa austenit. Besi gamma ini dapat melarutkan karbon dalam jumlah besar yaitu sekitar 2.06 % maksimum pada suhu sekitar 1.147°C . Penambahan karbon ke dalam besi FCC ditransformasikan kedalam struktur BCC dari 910°C menjadi 723°C pada kadar karbon sekitar 0,8 %. Diantara temperatur 1.390°C dan suhu cair 1.534°C , besi gamma berubah menjadi susunan BCC yang disebut besi delta (δ).

Definisi Pengujian

Uji kekerasan

Kekerasan suatu logam merupakan bagian dari sifat mekanis dari suatu logam tersebut. Besarnya nilai kekerasan akan berbeda untuk material yang berbeda pula karena kekerasan material dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti struktur material, komposisi material, dan sifat mekanis yang dimiliki oleh material tersebut.

Pengujian Komposisi Kimia

Uji komposisi kimia dilakukan untuk mengetahui kandungan unsur kimia paduan dalam *grinding ball*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin Spectrometer. Dalam pelaksanaan pengujian sinar radioaktif dan gas argon ditembakkan terhadap *specimen*, kemudian dari hasil penembakan didapat *print out* yang terbaca pada layar komputer. Data yang dihasilkan pada uji komposisi kimia menunjukkan adanya beberapa unsur kimia. Analisa komposisi kimia ini dapat diketahui pengaruh dari masing-masing unsur kimia yang terkandung dalam *grinding ball*.

Pengujian Metalografi

Pengujian metalografi dilakukan untuk mengetahui kondisi struktur mikro dari benda uji, yang meliputi ukuran butiran serta arah perubahan struktur mikro. Berikut ini adalah langkah-langkah proses pengujian metalografi: Sampel yang telah disiapkan kemudian dipotong hingga menjadi berukuran tebal 13 mm dengan diameter 22 mm. Kemudian lakukan proses *Mounting* untuk mempermudah proses *Grinding* dan *Polishing*. Kemudian proses pengamplasan dengan menggunakan mesin amplas dan dengan tingkat kekasaran permukaan amplas (nomor urut); 240, 320, 400, 600, 800, 1000, 1200 dan 1500, hingga goresan pada permukaan sampel hilang. Kertas ampelas terbuat dari material *Aluminium Oxide Water Proof*. Selama proses pengamplasan, dilakukan pendinginan dengan air agar dapat

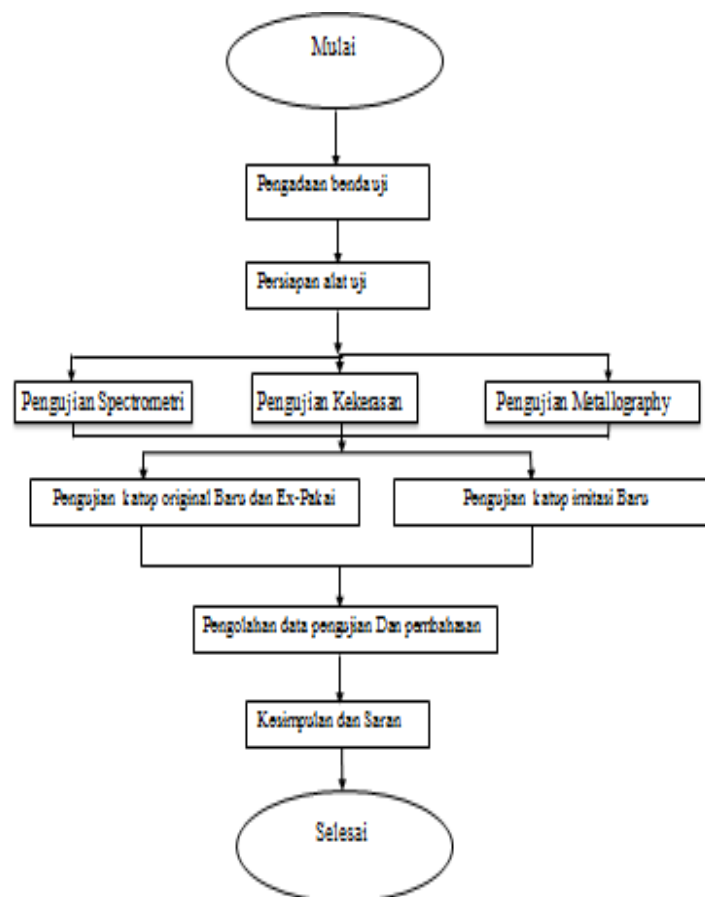
mengurangi akumulasi panas saat pengamplasan dan penghanyutan partikel-partikel garam dan kotoran lainnya.

Selanjutnya proses *polishing* (pemolesan), dengan mesin dan kain poles beludru serta pasta abrasif alumina hingga permukaan sampel bersih dari berbagai macam goresan. Kemudian sampel dibilas dengan larutan alkohol dan dikeringkan. Kemudian proses etsa, yakni sampel dicelupkan ± selama 5 detik menggunakan larutan Nital sejumlah 2% (alkohol 95 – 98 % dari 100 ml ditambah 2–5 % HNO₃). Kemudian keringkan sampel dengan udara hangat untuk meminimalisir terjadinya oksidasi dengan udara di sekitar sampel. Tutup larutan etsa agar tidak terjadi penguapan. Setelah proses pengetsaan selesai, dilakukan pengamatan (uji struktur mikro) dengan menggunakan mikroskop optik dan dilakukan pemotretan dengan pembesaran 200x dan 500x.

METODE PENELITIAN

Diagram Alir Penelitian

Dalam melakukan penelitian penulis membuat metode dengan tahap seperti ditunjukkan pada diagram alir seperti gambar 3, yang ada dibawah ini:



Gambar 3. Diagram Penelitian

Persiapan Benda Uji

Benda uji yang digunakan untuk pengujian dalam penelitian ini adalah *valve sepeda motor* berbahan baja yang seperti terlihat pada gambar 4.



Gambar 4. Benda uji Katup Original, Original Ex-pakai, dan Katup Imitasi

Tahapan Pengujian Pada Benda Uji

Berikut ini penjelasan mengenai tahapan dari rangkaian pengujian yang dilakukan terhadap contoh material baja karbon sedang:

1) Pengujian Komposisi Kimia

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui unsur-unsur atau kandungan kimia paduan yang terkandung pada material. Sebelum proses pengujian komposisi kimia dilakukan, benda uji diampelas dan dipoles terlebih dahulu sampai permukaannya rata agar proses pengujian dapat berjalan dengan baik. Proses pengujian komposisi kimia dilakukan dengan menggunakan alat *spectrometer*.

a) Persiapan benda uji

Adapun persiapan benda uji yang dilakukan sebagai berikut:

(1) Penghalusan permukaan

Untuk benda uji komposisi kimia diusahakan memiliki permukaan yang halus. Alat yang digunakan dalam proses penghalusan ini adalah amplas dengan nomor 400, 600, 800 dan 1000 secara berurutan.

(2) Pemolesan

Pemolesan benda uji dilakukan dengan menggunakan autosol dan kain halus untuk menghilangkan sisa-sisa goresan dan debu dari hasil pengamplasan agar didapat permukaan yang lebih halus.

b) Prosedur pengujian

Pada pengujian komposisi kimia ini, bahan atau komponen dapat langsung segera dianalisa oleh alat *Optical Emission Spectrometer* (OES) setelah dilakukan penghalusan permukaan dengan cara diampelas dan dipoles.

2) Pengujian Kekerasan (Vickers)

Pengujian kekerasan bertujuan untuk mengetahui ketahanan benda uji terhadap penetrasi suatu material yang lebih keras dengan bentuk dan di bawah pengaruh gaya tertentu sehingga akan didapatkan harga kekerasan dari benda uji. Nilai kekerasan

vickers dinyatakan sebagai perbandingan antara beban dibagi dengan diagonal rata-rata dari bekas indentasinya. Skala Vickers menggunakan indenter berupa intan dengan bentuk kerucut yang bersudut 136° , dengan beban penekanan yang digunakan bervariasi.

Nama alat uji yang digunakan untuk uji kekerasan Vickers adalah Frank Finotest dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Alat Uji Kekerasan (Vickers) HV Frank Finotest

Data alat uji kekerasan Vickers:

Nama alat : Frank Finotest
Metode Uji : *Hardness Vickers*
Beban (P) : 5 Kgf
Sudut Idendor : 136°
Waktu Uji : 15 detik
Temperatur Uji : 28°C
Standar Uji : SNI 19-0409-1989

- a) Langkah-langkah pengujian kekerasan, sebagaimana berikut ini adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam proses uji kekerasan Vickers:
- (1) Menentukan benda uji.
 - (2) Memotong bahan yang akan diuji.
 - (3) Mengerinda / mengikir.
 - (4) Meratakan permukaan bahan uji yang telah dipotong.
 - (5) Mengamplas.
Menghaluskan bahan uji dari amplas berukuran 400, 600, 800, dan 1000 secara berurutan.
 - (6) Uji Kekerasan Vickers dengan benda uji *valve* (baja).
 - (7) Pengambilan data
 - (8) Mengambil data yang didapatkan dari sampel uji material, yaitu dengan menentukan memberikan beban sebesar 5 kgf

3) Pengujian Metalografi (Struktur Mikro)

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui dan mempelajari bentuk struktur mikro dari logam, termasuk didalamnya besar butiran dan arah struktur. Struktur mikro tersebut sangat menentukan sifat mekanis logam yang diuji. Metode pengujian

metallografi ini memerlukan persiapan yang cukup teliti dan cermat, agar dapat di peroleh hasil pengujian yang baik. Oleh sebab itu diperlukan beberapa tahap dalam persiapannya, yaitu:

a. Pemotongan benda uji

Agar mendapat bentuk struktur benda uji menggunakan mikroskop optik dengan baik, maka benda uji harus dipotong sesuai dengan standar alat uji metallografi. Pemotongan dilakukan dengan sangat hati-hati agar tidak menimbulkan panas yang berlebihan yang bisa merubah struktur mikro dari benda yang akan diuji.

b. Mounting

Setelah dipotong benda uji kemudian di *mounting*, yang bertujuan untuk memudahkan pengoperasian selama proses preparasi (*grinding dan polishising*).

c. Pengamplasan (*grinding*)

Pada tingkat pekerjaan ini dipakai mesin *grinding* putar, atau *grinding* manual. Sebagai medium *grinding* berupa kertas ampelas silikon karbit (SiC) dengan berbagai tingkat kekasaran yaitu kombinasi dari 220, 330, 500, 600, 800, dan 1000. Ketika menggrinding diatas kertas ampelas, harus selalu dialiri air bersih secara langsung.

Dalam proses *grinding*, pertama-tama dikerjakan pada kertas ampelas yang paling kasar misal 220. Hasil preparasi tahap ini diperoleh permukaan dengan goresan-goresan yang searah dan homogen, tidak hanya pada permukaan media cetaknya. Untuk itu dipegang dengan tetap diatas kertas ampelas yang berputar dan diberi sedikit tekanan, agar tidak bergeser ke arah lain. Pengerjaan ketinggian kekerasan selanjutnya misal menggunakan ampelas no 320, dengan di putar 90° sedemikian sehingga diperoleh goresan baru yang tegak lurus dan relatif lebih halus dari goresan sebelumnya. Demikian seterusnya posisi selalu diubah 90° pada tingkat kekasaran yang berikutnya. Hasil akhir dari proses *grinding* diperoleh permukaan dengan goresan yang searah, halus dan homogen (akibat kekasaran kertas ampelas gradasi 1000 atau 1200). Untuk itu perlu diperiksa dibawah mikroskop optik dengan perbesaran rendah. Sebelumnya perlu dicuci dengan air, alkohol dan dikeringkan dengan alat pengering.

d. *Polishising*

Media *polishising* yang sering dimanfaatkan adalah bentuk pasta, alumunium oksida bentuk suspensi dan sebagainya. Tujuan proses *polishising* adalah untuk mendapatkan permukaan contoh yang memenuhi syarat untuk diperiksa dibawah mikroskop optik, antara lain:

- 1) Bebas dari goresan akibat proses *grinding* (sehingga seperti cermin).
- 2) Bebas dari flek-flek atau cacat lain yang ditimbulkan selama proses *grinding*.
- 3) Tidak ada perubahan logam, khususnya pada permukaan logam preparat yang akan diselidiki.

Dalam proses *polishising*, benda uji dipegang kuat, diberi sedikit tekanan dan digerakan berputar setempat berlawanan arah jarum jam. Proses *polishising* selesai bila goresan-goresan hasil proses *grinding* tahap terakhir pada permukaanya hilang dan diperoleh permukaan yang seperti cermin.

Selain hal-hal tersebut diatas dalam proses *polishising* perlu diperhatikan:

- 1) Selama proses berlangsung, media *polishising* nya tidak boleh terlalu basah atau terlalu kering, untuk menghindari adanya gesekan yang berlebihan.
- 2) Setiap perpindahan ketinggian kekasaran yang lain, harus dicuci dan dikeringkan.
- 3) Waktu *polishising* tidak terlalu lama, untuk menghindari timbulnya relief-relief

e. Etsa

Struktur mikro suatu contoh logam dapat dilihat dengan baik melalui mikroskop optik apabila telah mengalami proses etsa dengan medium etsa yang tertentu. Etsa yang dilakukan menggunakan nital 2% dan dilakukan paling sedikit 3 lokasi pada permukaan benda uji, dengan variasi waktu yang berbeda-beda pada setiap lokasi. Pada waktu melakukan pengetsaan harus cepat, tujuannya untuk mempermudah pembersihan permukaan yang telah dietsa dengan air, setelah itu dibersihkan dengan alkohol dan dikeringkan dengan menggunakan udara panas (*dryer*)

Pada dasarnya adanya perubahan atau perkembangan struktur mikro yang terjadi selama proses etsa, dikarenakan berbagai hal antara lain:

- 1) Perbedaan warna akibat distribusi struktur mikro.
- 2) Jenis kekasaran yang berbeda, akibat perbedaan orientasi kisi –kisi kristalnya.
- 3) Perbedaan kemampuan larut struktur mikro dan sifat anisotrop kristal terhadap agresifitas medium etsa, dapat menimbulkan relief pada perbatasan kristal–kristal.
- 4) Terbentuknya elemen lokal secara elektrokimia pada perbatasan kristal–kristal, sebelum medium etsa bereaksi dengan permukaan kristal tersebut. Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam proses etsa, adalah sebagai berikut:
- 5) Kemampuan medium etsa sebagai pereaksi.
- 6) Konsentrasi larutan medium etsa.
- 7) Kemampuan larut logam dalam media etsa.
- 8) Waktu berlangsungnya proses etsa (dalam beberapa detik atau menit, tergantung jenis logam dan reaktivitas medium etsa nya).
- 9) Kesalahan dalam proses etsa akan menyebabkan hal–hal sebagai berikut:
 - a) Timbulnya relief–relief pada permukaan benda uji.
 - b) Terjadi korosi lokal yang homogen.
 - c) Rusaknya struktur mikro yang akan diselidiki.

f. Proses pencucian

Salah satu kegiatan dalam preparasi yang tidak dapat diabaikan adalah proses pencucian, khususnya antara lain:

- 1) Proses pencucian setelah proses *grinding*.
- 2) Proses pencucian setelah proses *polishing*.
- 3) Proses pencucian setelah mengalami etsa.

Dalam proses pencucian paling sering digunakan air bersih, aquades dan alkohol, baru kemudian dikeringkan dengan alat pengering (contohnya *Hair Dryer*). Untuk benda uji yang retak atau cacat, maka cara pencucian yang paling baik mencelupkan kedalam peralatan *ultrasonic cleaning*. *Ultrasonic cleaning* menggunakan medium cair alkohol atau aceton, dan medium ini bergerak secara *ultrasonic* oleh karena adanya impuls–impuls listrik.

g. Pengamatan dan pemotretan

Amati permukaan benda uji yang telah dietsa dengan mikroskop optik pada perbesaran 50x, 100x, 200x dan 500x. pilihlah bentuk struktur paling baik dan jelas untuk selanjutnya dilakukan pemotretan (pengambilan foto) dengan bermacam–macam perbesaran

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Kimia Material Dasar

Data pengujian spektrometri yang menunjukkan bahwa material dasar pada katup original dan katup imitasi adalah baja, serta mempunyai kandungan besi sebesar 97,0% pada katup original dan 72,1% pada katup imitasi sehingga bahan katup mempunyai sifat yang kuat. Serta mempunyai kandungan karbon pada katup original 0,975% dan katup imitasi 0,298%, mempunyai kandungan silisium 0,280% pada katup original dan 0,319% pada katup imitasi yang meningkatkan kekerasan, ketahanan aus, panas, dan karat pada katup. Katup original mempunyai mangan 0,533% sedangkan katup imitasi mempunyai 9,81%, serta mempunyai paduan crom 0,922% pada katup original dan 14,7% ada katup imitasi, dan juga mempunyai paduan nikel pada katup original 0.0468% dan 0,874% pada katup imitasi.

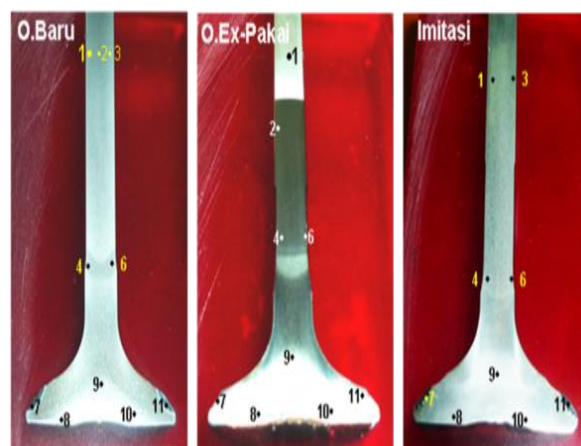
Tabel 1. Komposisi kimia katup (Valve)

No.	Unsur	Kandungan unsur (% berat)	
		Valve Original	Valve Imitasi
1	Fe	97.0	72.1
2	C	0.975	0.298
3	Si	0.280	0.319
4	Mn	0.533	9.81
5	Cr	0.922	14.7
6	Ni	0.0468	0.847

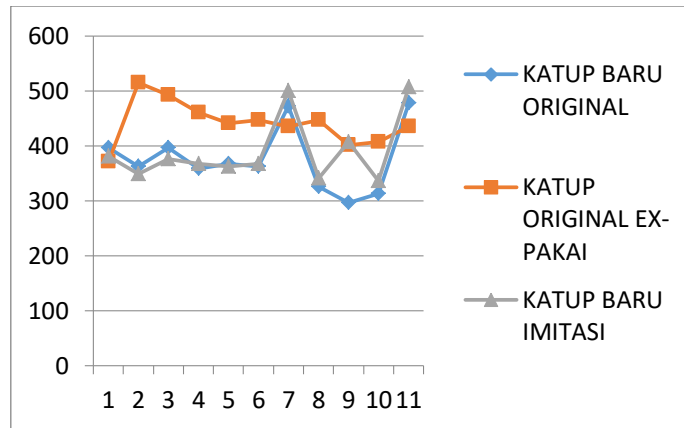
b. Pengujian kekerasan Katup (Valve)

Dari hasil uji kekerasan valve bahwa:

- 1) Katup original memiliki kekerasan 296 sampai 478 HV
- 2) Sedangkan katup original ex-pakai memiliki kekerasan 371 sampai 515 HV
- 3) Dan katup imitasi memiliki kekerasan 336 sampai 507 HV



Gambar 6, Titik uji kekerasan pada Katup original (kiri), original ex-pakai dan imitasi (kanan)

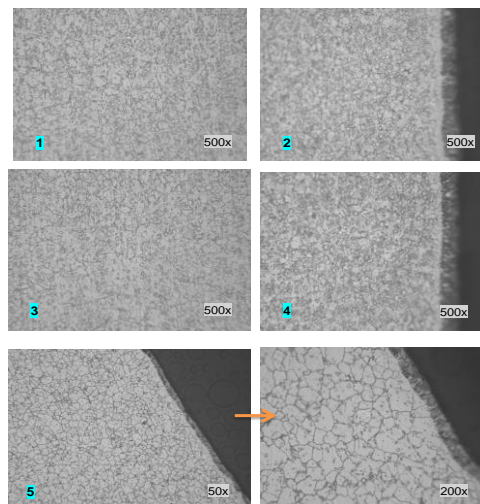


Gambar 7. Grafik Pengujian Kekerasan

c. Hasil pengujian Metalografi
1) Katup Original



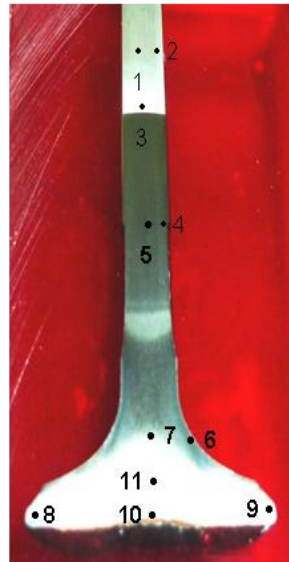
Gambar 8. Sempel Katup Original



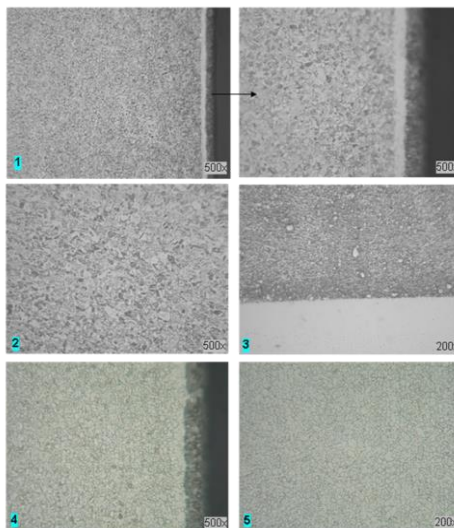
Gambar 9. lokasi struktur mikro 1, 2, 3, 4, 5

Struktur mikro lokasi 1, 2, 3 dan 4 berupa austenit dengan butir karbida menyebar merata, pada daerah tepi (lokasi 5) terlihat adanya proses pelapisan *nitriding/nitrocarburizing*

2) Katup Original Ex-pakai



Gambar 10. Sempel katup original Ex-pakai



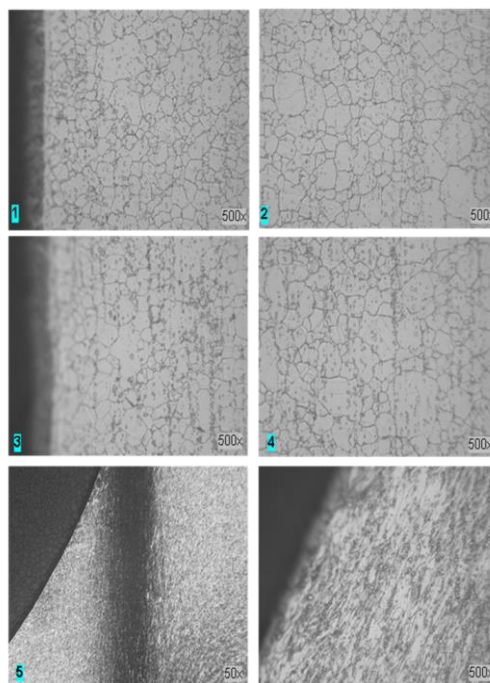
Gambar 11. lokasi struktur mikro 1,2,3,4, 5

Struktur mikro lokasi 1 dan 2 berupa austenit dengan butir karbida menyebar merata, pada daerah tepi terlihat adanya proses pelapisan *nitriding/nitrocarburizing*. Lokasi 3 menunjukkan adanya sambungan dengan jenis material berbeda. Pada lokasi 4 dan 5 struktur mikro berupa austenit dengan butir karbida menyebar merata.

3) Katup Imitasi



Gambar 12. Sempel Katup Imitasi



Gambar 13. lokasi struktur mikro 1,2,3,4,5

Struktur mikro lokasi 1, 2, 3 dan 4 berupa austenit dan butir karbida menyebar merata. Pada lokasi 5 terlihat bentuk deformasi *forging* struktur mikro berupa austenit dan butir karbida.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil pengujian dan pengamatan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan:

1. Dari hasil pengujian komposisi kimia bahwa bahwa katup original memiliki kadar karbon tinggi sebesar 0,975% dibandingkan katup imitasi sebesar 0,298%. Tetapi pada katup original memiliki unsur Fe yang tinggi dan unsur Si dan Cr yang rendah.
2. Hasil pengujian kekerasan, bahwa katup original memiliki tingkat kekerasan dari 296–478HV, dan katup original ex-pakai memiliki tingkat kekerasan dari 371–515 HV, akan tetapi katup imitasi memiliki tingkat kekerasan dari 341-507 HV.
3. Hasil pengujian metalografi bahwa Katup original, katup original ex-pakai dan katup imitasi memiliki *austenit* dengan butir karbida halus.

DAFTAR RUJUKAN

- Sofyan. E, Mekanisme Katup, Otomotif, 2011
Adyana. DN, Logam dan Paduan, Jakarta, 1990.
Vlack, Lawrence Van, Ilmu dan Teknologi Bahan, terjemahan oleh Ir. Sriati Djaprie, M.E, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1983
Royen.Abi, Fungsi, bagian dan cara penyetelan katup /klep /valve serta permasalahannya, 2015
Thoyib, Fungsi Klep/katup/valve dan kelengkapannya Tehnik, 2012
<http://www.laskar-suzuki.com/2012/04/fungsi-klepkatupvalve-dan.html>.
<http://www.alatuji.com/article/detail/3/what-is-hardness-test-uji-kekerasan>
ijisatuone.blogspot.co.id/2015/10/materi-pembahasan-tentang-katup-valve.