

ANALISIS PENGARUH SIFAT MEKANIK MATERIAL *ALBRONZE AB2* TERHADAP DUDUKAN KATUB KEPALA SILINDER SEPEDA MOTOR KOMPETISI 4 TAK PADA VARIASI TEMPERATUR

Sumiyanto¹⁾ Rudi Saputra²⁾ Ricky Harleyanto³⁾

Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Institut Sains dan Teknologi Nasional
JI Moh khafi II, Jagakarsa, Jakarta 12640, Indonesia
email : sumiyanto@istn.ac.id

ABSTRAK

Salah satu faktor optimalisasi kinerja pada mesin sepeda motor kompetisi adalah dengan memodifikasi sistem pada kerja pada kepala silinder/silinder *head*. Untuk mengoptimalkan kinerja dari kepala silinder/silinder *head* tersebut dilakukan modifikasi pada bagian seating klep nya dengan menggunakan bahan *Albronz*e AB2 untuk meningkatkan kinerja pada kepala silinder/silinder head supaya pada saat terkena suhu tinggi klep menutup lebih rapat dan tidak putus pada saat Rpm tinggi.

Bronze memiliki beberapa sifat yang membuat berguna dalam aplikasi industri. Yang pertama adalah bahwa logam *bronze* minim gesekan sehingga sangat berguna untuk bagian-bagian mesin dan aplikasi lain yang melibatkan kontak logam dengan logam, seperti roda gigi. *Bronze* juga *non-sparking* sehingga sering digunakan untuk membuat alat untuk digunakan dalam lingkungan yang mudah terbakar.

Proses heat treatment yang dilakukan dalam pengujian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan struktur mikro, kekerasan, serta komposisi kimia yang ada di bahan *Albronz*e ab2. Kandungan terbesar komposisi kimia didalam bahan uji *Albronz*e ab2 tersebut adalah Cu 81,9%, Fe4, 02%, Mn 1,31%, Ni 4,21, Al 7,73.

Dari hasil pengujian ini didapat kekerasan material *Albronz*e ab2 memiliki kekerasan dari sampel 1 normal/tanpa perlakuan panas sebesar 142 HV sedangkan sampel pengujian material *Albronz*e ab2 yang telah melalui proses pemanasan, nilai kekerasannya berubah dari sampel 2 dengan suhu 700°C dengan metode pendinginan udara kekerasannya mencapai 187 HV, sampel 3 suhu 700°C dengan metode pendinginan oli nilai kekerasannya 195 HV, sampel 4 suhu 800°C dengan metode pendinginan udara nilai kekerasannya 164 HV, sampel 5 suhu 800°C dengan metode pendinginan oli nilai kekerasannya 167 HV, sampel 6 suhu 900°C dengan metode pendinginan udara nilai kekerasannya 135 HV, sampel 6 suhu 900°C dengan metode pendinginan udara nilai kekerasannya 135 HV, sampel 7 suhu 900°C dengan metode pendinginan oli nilai kekerasannya 134HV, sedangkan sampel bahan ex pakai seating klep material *Albronz*e ab2 didapat nilai kekerasannya untuk sampel 1 ex pakai mencapai 174 HV, dan sampel 2 ex pakai mencapai 190 HV.

Kata Kunci : *Albronz*e ab2, seating klep silinder kompetisi.

ABSTRACT

One of the optimizing factors in motorcycle competition performance is by modifying the system at work on the cylinder head/cylinder head. To optimize the performance of the head cylinder/cylinder head is modified on the seat of the valve using Albronz AB2 to improve performance on the cylinder head/cylinder head so that when exposed to high temperature the valve closes more tightly and does not break at high Rpm.

Bronze has several properties that make it useful in industrial applications. The first is that the bronze metal is minimal friction so it is useful for engine parts and other applications that involve metal contact with metal, such as gears. Bronze is also non-sparking so it is often used to make tools for use in combustible environments.

The heat treatment process conducted in this test aims to find out the changes of micro structure, hardness, and chemical composition in Albronz ab2 material. The largest content of chemical composition in Albronz ab2 test material is Cu 81,9%, Fe 4,02%, Mn 1,31%, Ni 4,21, Al7,73.

From the results of this test obtained material hardness Albronz ab2 has a hardness of the sample 1 normal/no heat treatment of 142 HV while the sample material testing Albronz ab2 which has melaluin heating process, its hardness value changed from sample 2 with the temperature of 700°C with the method of air cooling its violence reaching 187 HV, sample 3 temperature 700°C with method of cooling oil its hardness value 195 HV, sample 4 temperature 800°C with air cooling method its hardness value is 164 HV, sample 5 temperature 800°C with method of cooling oil its hardness value is 167 HV, sample 6 temperature 900°C with the air cooling method, its hardness value is 135 HV, sample 6 temperature 900°C with air cooling method its hardness value is 135 HV, sample 7 temperature 900°C with method of cooling oil its hardness value is 134HV, while ex ex material use seat material valve Albronz ab2 got hardness value its for sample 1 ex wear reach 174 HV, and sample 2 ex wear reach 190 HV.

Keywords: *Albronz ab2, seat cylinder valve competition.*

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi di dunia otomotif sangat pesat, terutama kendaraan sepeda motor. Yang mana di ikuti oleh berkembangnya komponen-komponen pendukungnya, selain sebagai alat transportasi sepeda motor juga digunakan untuk kepentingan kompetisi balap dimana spesifikasi untuk motor kompetisi sangat berbeda dari motor pada umumnya, contohnya pada bagian mesin, untuk motor kompetisi banyak menggunakan bahan bahan yang kuat serta minim gesekan. Untuk menghasilkan sepeda motor dengan performa yang tinggi yang paling utama adalah dengan memodifikasi kepala silinder dengan teknologi & inovasi terbaru, Salah satunya pengaplikasian bahan *Allbroze*

AB2 pada kepala silinder (silinder head)

Salah satu keuntungan menggunakan bahan *Albronz AB2* yaitu memiliki sifat transfer panas yang sangat baik dibanding besi cor (*Cast Iron*). *Albronz AB2* mampu melepaskan panas dari ruang bakar menjadi lebih baik, serta anti korosif (Karat) dan *Magnetic Free*. Sifat ini sesuai dengan kondisi balap ditengah air, yang banyak menggunakan BBM tanpa timbal dan BBM dengan oktan tinggi (misalnya *AVGAS*).

BBM jenis *AVGAS* banyak mengikat air, yang akan menyebabkan karat pada ruang bakar terutama pada bagian seating katub/klep. Sementara material *Albronz AB2* tersebut memiliki titik sentuh katub/klep pada seating akan lebih rapat pada temperatur tinggi dan

kompresi akan menjadi lebih padat. Di sisi lain karena tidak lenting (mantul), maka benturan dengan siting klep menjadi lebih kecil dan meminimalisir katub/klep putus atau patah pada rpm tinggi.

Pokok Masalah

Penggunaan Material *Albronz* AB2 bertujuan untuk memaksimalkan kinerja silinder head pada sepeda motor kompetisi karna sifat transfer panas yang di lepaskan oleh material *Albronz* sangat baik, serta mengurangi putus nya valve/klep pada Rpm tinggi.

Batasan Masalah

1. Material yang digunakan adalah *Albronz* AB2, terbagi menjadi 8 sampel dengan ketebalan 10 mm
2. Pemanasan (*heat treatment*) pada *Albronz* AB2 dengan variasi suhu 700°C, 800°C, 900°C dengan waktu tahan (*holding time*) 30 menit, dengan metode pendinginan udara & oli.
3. Jenis Pengujian:
 - a) Uji komposisi
 - b) Uji metalografi
 - c) Uji kekerasan

Tujuan Penelitian

1. Untuk mendapatkan nilai perubahan sifat mekanik material *Albronz* AB2 setelah melalui proses *heat treatment* dengan suhu 700 °C, 800 °C, 900°C dengan waktu 30 menit dengan metode pendinginan udara & oli
2. Selain itu juga untuk mengetahui tingkat perubahan nilai kekerasan pada bahan *Albronz* AB2 setelah mendapatkan perlakuan panas dengan temperatur yang bervariasi
3. Melihat perubahan stuktur mikro bahan *Albronz* AB2 setelah

mendapatkan proses *heat treatment* dan variasi waktu temperature.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Albronz

Bronze atau *albronz* adalah istilah asing namun umum digunakan. Definisi kamus indonesia KBBI, pengertian, maksud dan arti kata *Bronze* adalah perunggu. *Bronze* adalah paduan tembaga dengan timah yang dalam proporsi tertentu kadang-kadang ditambahkan logam lainnya, seperti aluminium, silikon, fosfor ditambahkan untuk mengeraskan perunggu untuk digunakan dalam tabung dan berbagai bagian mesin, sementara timbal (*lead*) ditambahkan untuk membuat perunggu lebih mudah di cetak (*casting*).

Istilah perunggu (*bronze*) sering dibandingkan dengan kuningan (*brass*), paduan tembaga dan seng, Tetapi dua paduan ini memiliki sifat yang berbeda dan digunakan untuk hal-hal yang berbeda, selain itu *bronze* jauh lebih keras dari pada kuningan.

Bronze memiliki beberapa sifat yang membuat berguna dalam aplikasi industri. Yang pertama adalah bahwa logam *bronze* minim gesekan sehingga sangat berguna untuk bagian-bagian mesin dan aplikasi lain yang melibatkan kontak logam dengan logam, seperti roda gigi. *Bronze* juga non-sparking sehingga sering digunakan untuk membuat alat untuk digunakan dalam lingkungan yang mudah terbakar. Resonansi perunggu juga membuatnya ideal untuk digunakan dalam lonceng casting. Salah satu sifat yang lebih unik dari perunggu adalah patina alami yang terbentuk padanya, yang membuat perunggu berwarna gelap, kusam. Patina ini secara efektif mendorong sebagian perunggu karena memberikan lapisan pelindung, mencegah oksidasi bawah permukaan perunggu. Sebelum

dikirim kebanyakan perunggu dilapisi dengan lapisan tipis pernis untuk melindungi logam dan patina, membuat logam yang sangat mudah untuk perawatan.

Pengertian Albronze

Albronze adalah jenis perunggu dimana aluminium merupakan logam paduan utama yang ditambahkan ke tembaga, berbeda dengan perunggu standar (tembaga dan timah) atau kuningan (tembaga dan seng). Berbagai macam perunggu aluminium dari komposisi yang berbeda telah menemukan penggunaan industri, dengan berat paling banyak berkisar antara 5% sampai 11% aluminium, massa yang tersisa adalah tembaga; Bahan paduan lainnya seperti besi, nikel, mangan, dan silikon kadang kala ditambahkan ke perunggu aluminium. Perunggu aluminium paling dihargai karena kekuatan dan ketahanan korosi yang lebih tinggi dibandingkan dengan paduan perunggu lainnya. Paduan ini *tattish-resistant* dan menunjukkan tingkat korosi yang rendah dalam kondisi atmosfer, tingkat oksidasi rendah pada suhu tinggi, dan reaktivitas rendah dengan senyawa sulfur dan produk buangan lainnya dari pembakaran. Mereka juga tahan terhadap korosi di air laut. Resistansi perunggu aluminium terhadap hasil korosi dari aluminium dalam paduan, yang bereaksi dengan oksigen di atmosfer membentuk lapisan tipis aluminium oksida yang tipis, yang bertindak sebagai penghalang korosi pada paduan kaya tembaga. Penambahan timah bisa meningkatkan ketahanan korosi. Properti penting lainnya dari perunggu aluminium adalah efek biostatiknya. Komponen tembaga dari paduan mencegah kolonisasi oleh organisme laut termasuk ganggang, lumut, teritip, dan kerang, dan oleh karena itu dapat lebih

disukai baja tahan karat atau paduan non-cuprik lainnya dalam aplikasi di mana kolonisasi semacam itu tidak diinginkan. Perunggu aluminium cenderung memiliki warna keemasan. Perunggu aluminium paling sering digunakan dalam aplikasi dimana ketahanan terhadap korosi membuat mereka lebih menyukai bahan teknik lainnya. Aplikasi ini mencakup bantalan polos dan komponen landing gear pada pesawat terbang, senar gitar, komponen mesin (terutama untuk kapal laut), pengikat bawah air di arsitektur angkatan laut, dan baling-baling kapal. Perunggu aluminium juga digunakan untuk memenuhi perintah ATEX untuk Zona 1, 2, 21, dan 22. Pewarnaan emas yang menarik dari perunggu aluminium juga menyebabkan penggunaannya dalam perhiasan. Perunggu aluminium merupakan permintaan tertinggi dari industri dan area berikut:

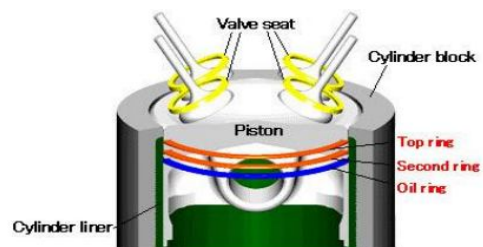
- a) Industri otomotif
- b) Industri minyak dan petrokimia (yaitu alat untuk digunakan dilingkungan yang tidak memicu)
- c) Aplikasi anti-korosif khusus
- d) Aplikasi bangunan retrofit struktural tertentu

Perunggu aluminium dapat dilas dengan teknik pengelasan MIG dengan inti perunggu aluminium dan gas argon murni. Perunggu aluminium digunakan untuk mengganti emas untuk pengecoran mahkota gigi. Paduan yang digunakan adalah inert kimia dan memiliki tampilan emas.

Paduan serupa dengan perunggu aluminium digunakan untuk membuat koin, misalnya *Lire Italia* 20, 200 dan 500, koin satu dan dua dolar mata uang Australia dan *Selandia Baru* yang diproduksi oleh *Royal Australian Mint*, beberapa koin Meksiko dan emas Nordik yang digunakan untuk beberapa koin euro. Koin 2 dolar Kanada, diproduksi oleh *Royal Canadian Mint* dan diedarkan sejak tahun 1996, adalah

Kepala Silinder

Fungsi kepala silinder antara lain untuk menempatkan mekanisme katup, ruang bakar dan juga sebagai tutup silinder. Kepala silinder ditempatkan di atas blok silinder. Salah satu syarat utama kepala silinder adalah harus tahan terhadap tekanan dan temperatur yang tinggi selama mesin bekerja. Oleh sebab itu umumnya kepala silinder dibuat dari bahan besi tuang. Namun akhir-akhir ini banyak kepala silinder dibuat dari paduan aluminium, terutama motor-motor kecil. Kepala silinder yang terbuat dari paduan aluminium memiliki kemampuan pendinginan lebih besar dibandingkan dengan yang terbuat dari besi tuang. Konstruksi kepala silinder Pada kepala juga dilengkapi dengan mantel pendingin yang dialiri air pendingin yang datang dari blok silinder untuk mendinginkan katup-katup dan busi. Pada bagian bawah kepala silinder terdapat katup-katup dan ruang bakar.



Gambar.2 Ilustrasi Didalam Ruang Bakar Kepala Silinder

Defnisi Perpindahan Panas

Perpindahan panas dapat didefinisikan sebagai berpindahnya energi dari satu daerah ke daerah lainnya sebagai akibat dari beda temperatur antara daerah-daerah tersebut. Ada tiga macam mekanisme perpindahan panas yang berbeda yaitu perpindahan panas secara konduksi, radiasi dan konveksi. Perpindahan panas secara konduksi pada banyak materi dapat digambarkan sebagai hasil tumbukan molekul-molekul. Sementara satu ujung benda

potongan bi-metalik dengan cincin luar dari baja berlapis nikel dan lingkaran dalam perunggu Aluminium yang terdiri dari tembaga 92%, Aluminium 6%, dan 2% nikel (juga dikenal sebagai *Bronzital*).

Sifat-sifat Albrnze

Sifat mekanik suatu bahan adalah suatu kemampuan bahan untuk menahan beban-beban dinamis maupun statis yang dikenakan padanya dan mempertahankan diri dari gaya-gaya luar yang mempengaruhinya Beberapa sifat mekanik bahan, dijelaskan sebagai berikut:

- Keuletan (*ductility*) adalah sifat dari suatu bahan liat yang mempunyai gaya regangan (tensile strain) relatif besar sampai dengan titik kerusakan yang memungkinkan dibentuk secara permanen.
- Ketangguhan (*thoughness*) adalah sifat suatu bahan yang menunjukkan besarnya energi yang dibutuhkan untuk mematahkan bahan. Dimana kemampuan bahan ini juga dapat menyerap energi sampai patah.

Aluminium bronze, terdiri dari 4-11% Al, mempunyai sifat-sifat mekanik yang tinggi dan tahan korosi serta mudah dituang. Bronze dengan penambahan besi dan nikel memiliki kekuatan mekanik yang tinggi, tahan panas, digunakan untuk fitting dapur dan bagian-bagian mesin yang permukaannya bersinggungan dengan metal, yaitu perunggu dengan penambahan seng.



Gambar 1 Potongan Seating Klep Alumunium *bronze* AB2

dipanaskan, molekul-molekul di tempat itu bergerak lebih cepat. Sementara bertumbukan dengan tetangga mereka yang bergerak lebih lambat, molekul-molekul yang bergerak lebih cepat memindahkan sebagian energi ke molekul-molekul lain, yang lajunya kemudian bertambah. Molekul-molekul ini elanjutnya juga memindahkan sebagian energi mereka ke molekul-molekul lain sepanjang benda tersebut (*Giancoli,1996:501*).

Radiasi adalah proses perpindahan panas dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah bila benda-benda itu terpisah di dalam ruangan, bahkan bila terdapat ruangan hampa di antara benda-benda tersebut.

Konveksi adalah proses transport energi dengan kerja gabungan dari konduksi panas, penyimpanan energi dan gerakan mencampur (*Kreith,1991:4*). Konveksi sangat penting sebagai mekanisme perpindahan energi antara permukaan benda padat dan cairan atau gas. Perpindahan energi dengan cara konveksi dari suatu permukaan yang suhunya di atas suhu fluida sekitarnya berlangsung dalam beberapa tahap. Pertama, panas akan mengalir dengan cara konduksi dari permukaan ke partikel-partikel fluida yang berbatasan. Energi yang berpindah dengan cara demikian akan menaikkan suhu dan energi dari partikel-partikel fluida ini. Kemudian partikel-partikel fluida tersebut akan bergerak ke daerah yang bersuhu lebih rendah kedalam fluida dimana mereka akan bercampur, dan memindahkan sebagian energinya kepada partikel-partikel fluida lainnya. Dalam hal ini alirannya adalah aliran fluida maupun energi. Energi tersebut sebenarnya di simpan di dalam partikel-partikel fluida dan diangkut sebagai akibat dari pergerakan massa partikel-partikel tersebut. Mekanisme operasinya tidak

hanya tergantung pada perbedaan suhu dan juga tidak secara tepat memenuhi definisi perpindahan panas. Tetapi hasil bersihnya adalah pengangkutan energi.

Perlakuan Panas (*Heat Treatment*)

Secara umum yang dimaksud dengan perlakuan panas atau sering disebut heat treatment adalah memanaskan logam pada suhu tertentu dengan kecepatan pemanasan tertentu, kemudian didiamkan dalam jangka waktu tertentu dan didinginkan kembali dengan perubahan kecepatan pendinginan tertentu dengan media udara atau cair, seperti oli dan air, sehingga menghasilkan sifat-sifat tertentu yang diinginkan.

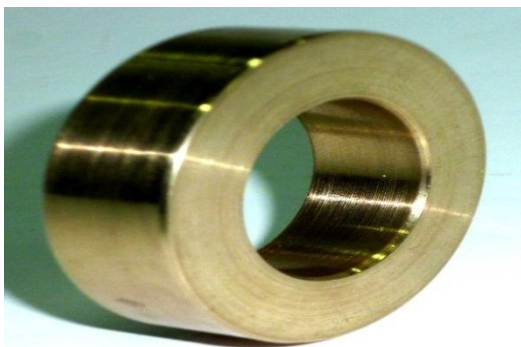
Dalam perkembangan terakhir perlakuan panas dapat dikombinasikan dengan reaksi kimia sehingga disebut thermo kimia dan juga digabung dengan perlakuan mekanis sehingga disebut perlakuan thermo mekanis.

Pada proses perlakuan panas sifat-sifat logam dapat berubah karena terjadinya beberapa perubahan mikro struktur, perubahan fasa, terbentuknya presipitat, perubahan ukuran butiran, perubahan kandungan unsur kimia tertentu, terbentuknya karbida, dan lain-lain. Sedangkan sifat mekanis yang dapat berubah antara lain kuat tarik, ketahanan, kekerasan, ketahanan aus, ketahanan fatigue, kemampuan bentuk, ketangguhan, dan lain-lain. Karena banyaknya sifat mekanis yang memungkinkan dapat diubah, maka suatu proses perlakuan panas sudah merupakan suatu bagian dari rangkaian proses produksi dari industri komponen yang terbuat dari logam, khususnya besi baja.

Dimensi Benda Uji

Spesifikasi benda uji yang digunakan dalam eksperimen ini adalah sebagai berikut:

1. Bahan yang digunakan adalah material Albronzze AB2



Gambar 3 Sampel Bahan *Albronzze AB2*

Proses Pemanasan

Proses pemanasan ini dilakukan dengan metode hardening pada temperatur 700°C, 800°C, 900°C dengan waktu temperatur selama, 30 menit kemudian didinginkan dengan oli dan udara.

Berikut adalah proses pemanasan:

1. Setelah dapur induksi panas (700°C/konstan) sampel 1 dimasukkan kedalam *furnance* pemanasan selama 30 menit dan langsung dilakukan proses pendinginan dengan oli
2. Setelah dapur induksi panas (700°C/konstan) sampel 2 dimasukkan kedalam *furnance* pemanasan selama 30 menit dan langsung dilakukan proses pendinginan dengan udara.
3. Setelah dapur induksi panas (800°C/konstan) sampel 3 dimasukkan kedalam *furnance* pemanasan selama 30 menit dan langsung dilakukan proses pendinginan dengan oli.
4. Setelah dapur induksi panas (800°C/konstan) sampel 4 dimasukkan ke dalam *furnace* pemanasan selama 30 menit dan

2. Dengan ketebalan 10mm dan Diameter 21.4mm

langsung dilakukan proses pendinginan dengan udara.

5. Setelah dapur induksi panas (900°C/konstan) sampel 5 dimasukkan ke dalam *furnace* pemanasan selama 30 menit dan langsung dilakukan proses pendinginan dengan oli.
6. Setelah dapur induksi panas (900°C/konstan) sampel 5 dimasukkan ke dalam *furnace* pemanasan selama 30 menit dan langsung dilakukan proses pendinginan dengan udara.



Gambar 4. Sampel Bahan Hasil *Heat Treatment*

Tahapan Pengujian Pada Benda Uji

Berikut ini penjelasan mengenai tahapan dari rangkaian pengujian yang dilakukan terhadap sampel material Albronzze AB2 meliputi uji komposisi kimia, uji kekerasan (*Vickers*) dan uji metallografi adalah sebagai berikut:

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, sample uji diampelas dan dipoles terlebih dahulu sampai

permukaannya rata agar proses agar proses pengujian dapat berjalan dengan baik. Proses pengujian komposisi kimia dilakukan dengan menggunakan alat *spectrometer*. Alat uji komposisi kimia dapat dilihat pada gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. Instalasi Pengujian Komposisi Kimia

Persiapan Benda Uji

Adapun persiapan benda uji yang dilakukan sebagai berikut :

- a) 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

- b) 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.

1. 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 diamplas dan dipoles
2. Hasil Pengujian Komposisi Kimia
3. Setelah melakukan uji komposisi kimia pada *Albronze AB2* maka

hasilnya dapat dilihat pada tabel 1. berikut ini.

Tabel 1. Komposisi Kimia Pada *Albronze AB2*

No.	Unsur	Kandungan unsur (% berat)	No.	Unsur	Kandungan unsur (% berat)
1	Cu	81.9	9	Al	7.73
2	Fe	4.02	10	Si	< 0.0040
3	Mn	1.31	11	S	0.0143
4	Zn	< 0.0200	12	AS	0.0406
5	Pb	0.0541	13	Co	0.213
6	Sn	0.0589	14	Cd	0.0308
7	P	0.0139	15	Se	0.447
8	Ni	4.21			

Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan dengan menggunakan indektor yang ditekan pada benda uji dengan besar beban tertentu. Penekanan tersebut akan menyebabkan logam mengalami deformasi plastis. Apabila penekanan diteruskan, deformasi pada benda uji akan terus berlubang. Kemampuan benda uji menahan tekanan indentor inilah yang diartikan sebagai kekerasan material. Beban yang diberikan dalam uji kekerasan adalah konstan. Oleh karena itu nilai kekerasan dari benda uji akan tergantung pada luas permukaan dari benda uji yang mengalami penekanan. Makin luas batas penekanan tersebut, maka makin rendah sifat kekerasan dari benda uji. Pengujian kekerasan ini dilakukan untuk mengetahui bahan setelah dilakukan proses pemanasan. Nama alat uji yang digunakan untuk uji kekerasan *Vickers* adalah Frank Finotest dapat dilihat pada gambar 6



Gambar 6. Alat Uji Kekerasan (Vickers) HV Frank Finotest

Data alat uji kekerasan Vickers:

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

1. Langkah-langkah pengujian kekerasan

Berikut ini adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam proses uji kekerasan Vickers:

- a) Menentukan benda uji.
- b) Memotong bahan yang akan diuji.
- c) Mengerinda/mengikir.
- d) Meratakan permukaan bahan uji yang telah dipotong.
- e) Mengamplas.
- 1) Menghaluskan bahan uji dari amplas berukuran 400, 600, 800, dan 1000 secara berurutan.
- f) Uji Kekerasan *Vickers* dengan benda uji *valve* (baja).
- g) Pengambilan data
- 1) Mengambil data yang didapatkan dari sampel uji material, yaitu dengan menentukan memberikan beban sebesar 5 kgf.

Pengujian kekerasan adalah pengujian mekanis pada benda uji yang bertujuan untuk mendapatkan nilai kekerasan material akibat proses pemanasan yang telah didinginkan. Pengujian kekerasan yang digunakan pada penelitian ini adalah Hardness Vickers, dilakukan dengan menggunakan indentor berbentuk piramida.

Skala kekerasan *Vickers* dihitung sebagai berikut:

$$VHN = \frac{\text{beban}}{\text{Luas Identasi}} = \frac{2P \sin(\frac{\theta}{2})}{D^2} = \frac{1,584P}{D^2}$$

Dimana :

- P : Beban yang diterapkan (kgf).
- D : Panjang rata-rata kedua diagonal penekan (mm).
- θ : Sudut antara permukaan intan yang berlawanan, 136°

2. Hasil pengujian kekerasan.

Lokasi pengujian kekerasan *vickers* pada sampel non *heat treatment* dengan kode angka 1, dan sampel 2 dengan kode angka 2, sampel 3 dengan kode angka 3, sampel 4 dengan kode angka 4, sampel 5 dengan kode angka 5, sampel 6 dengan kode angka 6, sampel 7 dengan kode angka 7 dan bahan ex pakai.

Titik pengujian dari 1 sampai 3.



Gambar 7 Percobaan Heat Tritment



Gambar 7 Percobaan Heat Tritment tiga titik

Tabel.2 Hasil Uji Kekerasan Bahan *Albronz* AB2

NO	NILAI KEKERASAN HV								Ex-pakai	
	Proses perlakuan panas							Sampel 1		Sampel 2
	Normal	700°C Udara	700°C Oli	800°C Udara	800°C Oli	900°C Udara	900°C Oli			
1	142	178	192	162	168	137	138	175	190	
2	143	186	197	163	166	139	127	178	188	
3	144	197	197	167	168	131	139	170	192	
Rata-rata	143	187	195	164	167	135	134	174	190	

Pengujian Metallografi (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. Alat uji metallografi terdiri dari beberapa macam alat seperti yang terlihat pada gambar 8 berikut ini.



Gambar 8 Alat Uji Metallografi

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:

1. **Pemotongan benda uji (*sampel*)**
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.
2. **Mounting**
Setelah dipotong benda uji kemudian di mounting, yang bertujuan untuk memudahkan pengoperasian selama proses preparasi (*grinding dan polishing*).

3. **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. Tujuannya untuk menghindari timbulnya panas dipermukaan benda uji.

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.

4. **Polishing**

Media *polishing* yang sering dimanfaatkan adalah kain poles bludru dan mesin poles. Kain

bludru ditempelkan pada piringan yang berputar pada mesin poles, kemudian kain diberi pasta alumina berupa partikel abrasive yang sangat halus. Tujuan proses *polishing* adalah untuk mendapatkan permukaan contoh yang memenuhi syarat untuk diperiksa dibawah mikroskop optik, antara lain:

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

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

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

- 1) Selama proses berlangsung, media *polishing* 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 *polishing* tidak terlalu lama, untuk menghindari timbulnya relief-relief.

5. *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 yg 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:

- a) Perbedaan warna akibat distribusi struktur mikro.
- b) Jenis kekasaran yang berbeda, akibat perbedaan orientasi kisi-kisi kristalnya.
- c) Perbedaan kemampuan larut struktur mikro dan sifat anisotrop kristal terhadap agresifitas medium *etsa*, dapat menimbulkan relief pada perbatasan kristal-kristal.
- d) 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:
 - 1) Kemampuan medium *etsa* sebagai pereaksi.
 - 2) Konsentrasi larutan medium *etsa*.
 - 3) Kemampuan larut logam dalam media *etsa*.

- 4) Waktu berlangsungnya proses *etsa* (dalam beberapa detik atau menit tergantung jenis logam dan reaktivitas medium *etsa* nya).

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.

6. Proses Pencucian

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

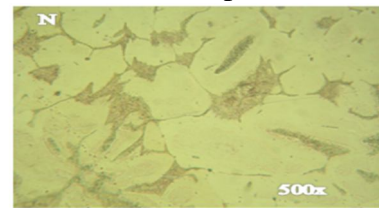
- a. Proses pencucian setelah proses *grinding*
- b. Proses pencucian setelah proses *polishing*
- c. Proses pencucian setelah mengalami etsa

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 acetone, dan medium ini bergerak secara *ultrasonic* oleh karena adanya impuls-impuls listrik.

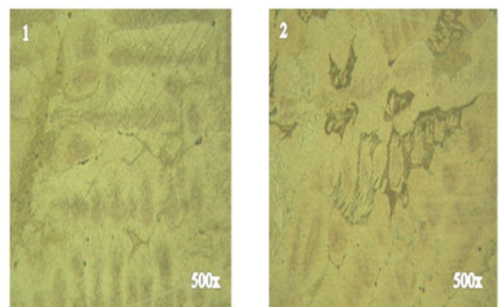
7. Pengamatan dan pemotretan

Amati permukaan benda uji yang telah dietsa dengan mikroskop optik pada perbesaran 500x. pilihlah bentuk struktur paling baik dan jelas untuk selanjutnya dilakukan pemotretan

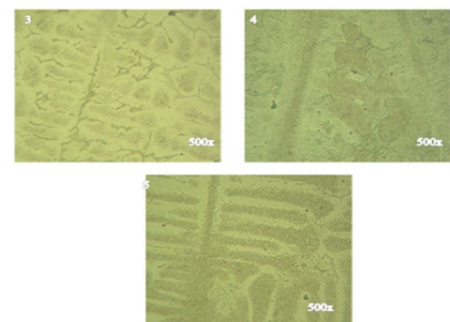
(pengambilan foto) dengan bermacam-macam perbesaran selanjutnya dilakukan pemotretan (pengambilan foto) dengan bermacam-macam perbesaran.



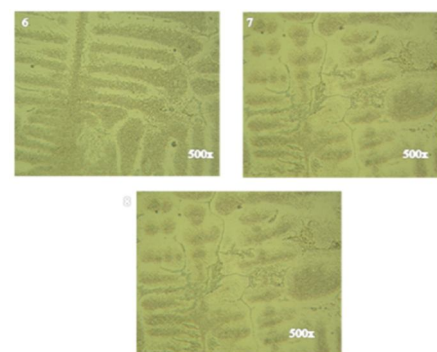
Gambar 9. Benda Uji Bahan Tanpa Pemanasan (N)



Gambar 10. Benda uji sampel 1 dan 2 yang telah dipanaskan dengan pendinginan udara dan oli



Gambar 11. Benda uji sampel 3, 4 dan 5 yang telah dipanaskan dengan pendinginan udara, oli dan udara



Gambar 12. Benda Uji sampel 6, 7 dan 8 yang Telah dipanaskan dengan pendinginan udara, oli dan udara

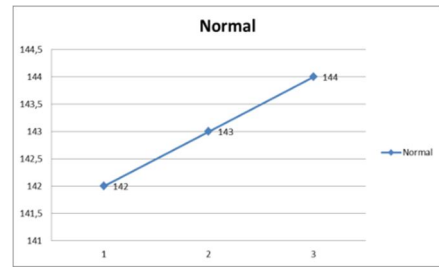
Hasil Pengujian Komposisi Kimia Bahan Albronze AB2

Dalam pembahasan ini menguraikan analisa hasil pengujian pada bahan uji material bahan Albronze AB2 tanpa pemanasan dan setelah melakukan pemanasan untuk dengan waktu temperatur 30 menit. setelah itu didinginkan dengan oli. Maka bahan akan mengalami siklus dan secara metalurgi akan terjadi perubahan fasa, ini juga akan menyebabkan perubahan sifat-sifat non-logam seperti kekerasan.

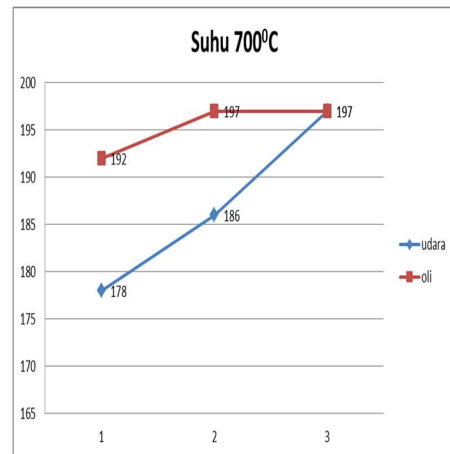
Tabel.3 Hasil Pengujian Komposisi Kimia Albronze AB2

No.	Unsur	Kandungan unsur (% berat)
1	Cu	81.9
2	Fe	4.02
3	Mn	1.31
4	Zn	< 0.0200
5	Pb	0.0541
6	Sn	0.0589
7	P	0.0139
8	Ni	4.21
9	Al	7.73
10	Si	< 0.0040
11	S	0.0143
12	AS	0.0406
13	Co	0.213
14	Cd	0.0308
15	Se	0.447

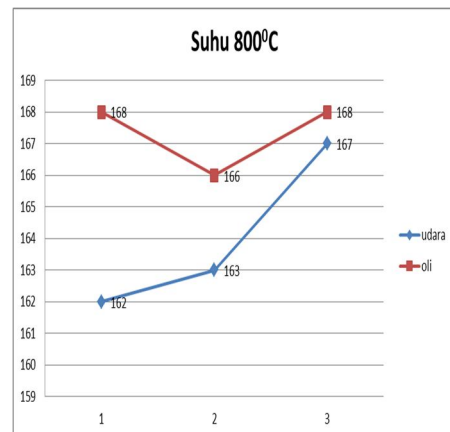
Berdasarkan data yang diperoleh pada pengujian komposisi kimia yang dilakukan pada material Albronze AB2 mempunyai komposisi kimia (Cu) sekitar 81,9%, Al 7,72%. Selain unsur tersebut terdapat pula beberapa unsur sebagai penunjang, unsur tersebut diantaranya adalah Fe 4,02%, Ni 4,21%, Mn 1,31%.



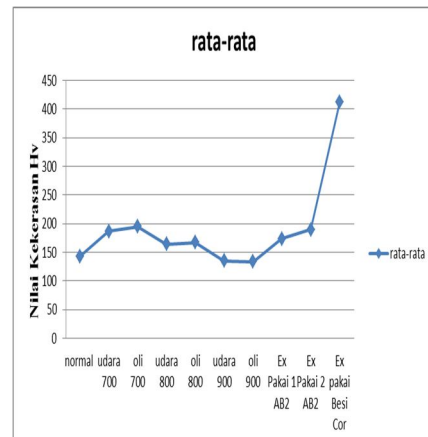
Gambar 13. Grafik suhu norma



Gambar 14 Grafik suhu 700°C



Gambar 15 Grafik suhu 800°C



Gambar 16 Grafik rata-rata

Setelah melihat hasil pengujian kekerasan pada Grafik 4.1 sampai dengan 4.3 diatas didapat pembahasan sebagai berikut :

1. Sampel *Albronz*e AB2 tanpa pemanasan (*non-heat treatment*) memiliki nilai rata-rata kekerasan sebesar 143HV.
2. Sampel *Albronz*e AB2 yang di *heat tratment* pada temperatur 700°C dengan waktu tahan 30 menit dan di dinginkan dengan media pendingin udara memiliki nilai rata-rata kekerasan 187 HV.
3. Sampel *Albronz*e AB2 yang di *heat tratment* pada temperatur 700° C dengan waktu tahan 30 menit dan di dinginkan dengan media pendingin oli memiliki nilai rata-rata kekerasan 195 HV.
4. Sampel *Albronz*e AB2 yang di *heat tratment* pada temperatur 800°C dengan waktu tahan 30 menit dan di dinginkan dengan media pendingin udara memiliki nilai rata-rata kekerasan 164 HV.
5. Sampel *Albronz*e AB2 yang di *heat tratment* pada temperatur 800°C dengan waktu tahan 30 menit dan di dinginkan dengan media pendingin oli memiliki nilai rata-rata kekerasan 167 HV
6. Sampel *Albronz*e AB2 yang di *heat tratment* pada temperatur 900°C dengan waktu tahan 30 menit dan di dinginkan dengan media pendingin udara memiliki nilai rata-rata kekerasan 135 HV
7. Sampel *Albronz*e AB2 yang di *heat tratment* pada emperatur 900°C dengan waktu tahan 30 menit dan di dinginkan dengan media

pendingin oli memiliki nilai rata-rata kekerasan 134 HV

8. Sampel *Albronz*e AB2 Ex pakai 1 memiliki nilai rata-rata kekerasan 174HV
9. Sampel *Albronz*e AB2 Ex pakai 2 memiliki nilai rata-rata kekerasan 190 HV
10. Sampel Besi Cor pada dudukan klep tipe standar kekerasan rata-rata nya 413 HV

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari hasil pengujian metalografi, struktur mikro dan pengujian kekerasan, material jenis *Albronz*e AB2 dengan variasi temperatur dan proses pendinginan yang menggunakan 2 metode Oli dan udara adalah sebagai berikut :

1. Pada komposisi kimia material *Albronz*e ab2 yang memiliki jumlah kandungan terbesar yaitu Cu 81,9%, Fe 4,02%, Mn 1,31%, Ni 4,21%, Al 7,73%
2. Dari hasil struktur mikro *Albronz*e ab2 dapat dilihat pada hasil gambar pada sampel 1 normal sampai sampel 7 yang melalui proses *heat treatment* rata-rata terdapat dendrit Cu dan ada nya butiran resipitat nickel menyebar pada butiran dan tidak ada perubahan yang signifikan karena pada saat proses *heat treatment* material *Albronz*e ab2 karena kenaikan suhu nya tidak nya tidak terlalu besar.
3. Dari hasil pengujian kekerasan material *Albronz*e ab2 didapatkan pada sampel 1 normal/tanpa perlakuan panas sebesar 142 HV sedangkan sampel pengujian material *Albronz*e ab2 yang telah melaluin proses pemanasan, nilai kekerasannya berubah dari sampel

2 dengan suhu 700°C dengan metode pendinginan udara kekerasannya mencapai 187 HV, sampel 3 suhu 700°C dengan metode pendinginan oli nilai kekerasannya 195 HV, sampel 4 suhu 800°C dengan metode pendinginan udara nilai kekerasannya 164 HV, sampel 5 suhu 800°C dengan metode pendinginan oli nilai kekerasannya 167 HV, sampel 6 suhu 900°C dengan metode pendinginan udara nilai kekerasannya 135 HV, sampel 6 suhu 900°C dengan metode pendinginan udara nilai kekerasannya 135 HV, sampel 7 suhu 900°C dengan metode pendinginan oli nilai kekerasannya 134HV, sedangkan sampel bahan ex pakai seating klep material Albronze ab2 didapat nilai kekerasannya untuk sampel 1 ex pakai mencapai 174 HV, dan sampel 2 ex pakai mencapai 190 HV

4. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi suhu pada proses *heat treatment* pada material *Albronze ab2* tingkat kekerasannya menurun karena sifat dari mekanik material *Albronze ab2* jika terkena suhu tinggi maka material tersebut akan menjadi lunak.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) https://en.wikipedia.org/wiki/Aluminium_bronze
- 2) <http://beyond-steel.blogspot.co.id/2009/09/bronze.html>
- 3) Jurnal Pengetahuan Material Non-ferrous Metals Bronze Perunggu & kuningan.
- 4) Drs. Daryanto.2008,Teknik Otomotif Hal 8
- 5) H.Anrinal .2013,Metalurgi fisik Hal 73
- 6) <https://www.scribd.com/doc/140517601/Sifat-mekanik-bahan>
- 7) Akhmad Herman Y., 2008. Buku Panduan Praktikum Karakterisasi Material Pengujian Merusak (*Destructive testing*)., fakultas teknik universitas.,Jakarta.
- 8) Y.UST,B.Sahin,A.safa (2011) *The Effect of cycle Temperatur and Performance of an irterversible otto cycle*. Departemen of Naval Architecture and Marine Egeineering Y11d12 Teknikal University bersiktas 34349, Istambul,Turkey.
- 9) Jurnal Analisa Proses pembakaran Pada Sepeda Motor Bensin Dengan Simulasi ANSYS